Beiträge

zur

Anatomie der Kapselfrüchte.

Habilitationsschrift

zur Erlangung der venia docendi.

Von der

philosophischen Fakultät der Königl. Universität zu Breslau

genehmigt und nebst den angehängten Thesen öffentlich zu vertheidigen

am

21. Februar 1898

Mittags 12 Uhr im Musiksaale der Universität

gegen die Herren

Dr. phil. Karl Olbrich,
Dr. phil. Richard Braun,
Dr. phil. Hans Scupin

von

Dr. phil. August Weberbauer

aus Breslau.

Separat-Abdruck aus „Botanisches Centralblatt". Band LXXIII. 1898.

CASSEL.

Druck von Gebr. Gotthelft, Kgl. Hofbuchdruckerei.

1898.

Beiträge

zur

Anatomie der Kapselfrüchte.

Habilitationsschrift

zur Erlangung der venia docendi.

Von der

philosophischen Fakultät der Königl. Universität zu Breslau

genehmigt und nebst den angehängten Thesen öffentlich zu vertheidigen

am

21. Februar 1898

Mittags 12 Uhr im Musiksaale der Universität

gegen die Herren

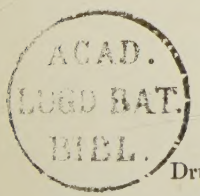
Dr. phil. Karl Olbrich,
Dr. phil. Richard Braun,
Dr. phil. Hans Scupin

von

Dr. phil. August Weberbauer

aus Breslau.

Separat-Abdruck aus „Botanisches Centralblatt". Band LXXIII. 1898.



CASSEL.
Druck von Gebr. Gotthelft, Kgl. Hofbuchdruckerei.
1898.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546309_0133

Einleitung.

Die Anatomie der Früchte ist bisher noch so unvollkommen durchgearbeitet, dass eingehende Untersuchungen auf diesem Gebiete dringend erforderlich sind. Die mit hygroskopischer Beweglichkeit ausgestatteten Kapseln erschienen mir als ganz besonders interessante Objekte. Denn der Mechanismus dieser Früchte ist erst in neuerer Zeit, vor allem durch Arbeiten von Eichholz, Steinbrinck und Zimmermann, in befriedigender Weise erklärt worden, und naturgemäss erst an wenigen Beispielen bekannt. Eine grössere Zahl von Früchten zu den von jenen Forschern gefundenen Constructionstypen in Beziehung zu bringen, ist eins der Ziele, welche diese Arbeit verfolgt. Ich traf zunächst eine engere Wahl, indem ich mich auf diejenigen einfächrigen Kapseln beschränkte, deren Samen an grundständiger Placenta entstehen. Nun sollte aber meine Arbeit auch Beiträge zur Systematik und Biologie liefern, und daher wurden auch Fruchtformen herangezogen, welche in phylogenetischer Beziehung zu jenen Kapseln stehen. Ich untersuchte somit innerhalb derjenigen Familien, in welchen Kapseln der angegebenen Art vorkommen, also innerhalb der *Portulacaceae*, *Caryophyllaceae*, *Primulaceae*, *Plumbaginaceae* und *Lentibulariaceae* die Frucht von je einer Art aus jeder Gattung. Aus folgenden Gattungen konnte ich leider keine Früchte erhalten: *Talinopsis*, *Pleuropetalum*, *Anacampseros*, *Silvaea*, *Talinella* (*Portulacaceae*). *Thurya*, *Psyllothamnus*, *Lochia*, *Dicheranthus* (*Caryophyllaceae*). *Pomatosace*, *Stimpsonia* (*Primulaceae*). *Limoniastrum* (*Plumbaginaceae*), *Polypompholyx*, *Biovularia* (*Lentibulariaceae*).

Hinsichtlich der Anordnung und Begrenzung der Gattungen richtete ich mich nach Engler & Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien.

Aus der neueren Litteratur sind mir von Abhandlungen, in denen Früchte aus den hier berücksichtigten Familien anatomisch betrachtet werden, folgende bekannt:

1. Leclerc du Sablon: Recherches sur la déhiscence des fruits à pericarp sec. (Ann. des scienc. nat. 6. Série. Bot. T. XVIII. 1884.)

2. Alida Olbers: Bidrag till kännedomen om fruktväggens bygnad. (Öfversigt af kongl. Vetenskap-Akademiens Förhandlingar No. 5. p. 95. Stockholm 1885.)

3. Eichholz: Untersuchungen über den Mechanismus einiger zur Verbreitung von Samen und Früchten dienender Bewegungserscheinungen. (Pringsheims Jahrbücher für wissenschaftliche Bot. Bd. XVII. 1886. p. 543.)

4. Steinbrinck: Ueber die anatomisch-physikalische Ursache der hygroskopischen Bewegungen pflanzlicher Organe. (Flora, Jahrg. 74. 1891. p. 193.)*)

Anatomisch-physiologischer Theil.

A) Mit Längsrissen aufspringende Früchte.

Die mit Längsrissen aufspringenden Kapseln öffnen sich in der Mehrzahl der hier in Betracht kommenden Fälle nur im oberen Theil, während der untere im Zusammenhang bleibt. Dieser letztere ist dem oberen in seinem Baue ähnlich, aber meist zarter. Da er in biologischer wie in antomischer Hinsicht nur wenig Interessantes bietet, so soll er in den folgenden Auseinandersetzungen nur eine untergeordnete Berücksichtigung finden. Zwei im speciellen Theile ausführlicher zu behandelnde Früchte (*Ceratostigma Griffithii* und *Lewisia rediviva*) öffnen sich am Grunde, während sie oben im Zusammenhang bleiben. In mehreren Fällen dehnen sich die Längsspalten der aufspringenden Früchte von der Spitze beginnend bis zum Grunde oder fast zum Grunde aus, und dann ist der anatomische Bau gewöhnlich von oben bis unten annähernd derselbe. Bekanntlich sind meistens die Zähne oder Klappen je nach dem Wassergehalt verschiedenen Krümmungen unterworfen, welche als Imbibitions- oder hygroskopische Krümmungen bezeichnet werden. Der Einfluss der mit directer Durchtränkung durch Wasser, der Imbibition, verbundenen Krümmungen wurde an allen untersuchten Früchten beobachtet. Um festzustellen, in wieweit jene Früchte auch hygroskopisch sind, wurden verschiedene in eine feuchte Kammer gebracht. Dieselben gehörten folgenden Pflanzen an: *Viscaria vulgaris*, *Heliosperma quadrifidum*, *Tunica prolifera*, *Cerastium banaticum*, *Cortusa Matthioli*, *Soldanella alpina*, *Lysimachia vulgaris*, *Steironema ciliatum*, *Pinguicula vulgaris*. Es traten dieselben Erscheinungen zu Tage, wie bei der directen Durch-

---

*) In den citirten Abhandlungen sind die hier berücksichtigten Familien durch folgende Arten vertreten:

No. 1. *Saponaria officinalis. Agrostemma Githago. Dianthus* spec. *Silene* spec. *Primula elatior. Anagallis arvensis.* — Die Erklärung der Krümmungserscheinungen war eine verfehlte und wurde später von Eichholz (No. 3) und Steinbrinck (No. 4) berichtigt.

No. 2. *Viscaria vulgaris. Agrostemma Githago. Silene nutans. Dianthus deltoides. Melandryum apetalum. Arenaria serpyllifolia. Alsine rubella. Sagina nivalis. Spergula arvensis. Cerastium alpinum. Scleranthus annuus. Illecebrum verticillatum.* — In der Erklärung der Krümmungen vertritt Verf. den Standpunkt Leclercs.

No. 3. *Primula officinalis.* — Eingehende Erklärung des Krümmungsmechanismus.

No. 4. *Tunica prolifera. Saponaria officinalis. Melandryum album. Spergula arvensis. Silene Otites. Gypsophila muralis.* — Sorgfältige und erschöpfende Erklärung der Krümmungsmechanismen.

tränkung mit Wasser. An vielen Kapselzähnen bemerkt man längs- und quergerichtete Krümmungen nebeneinander; ich berücksichtigte jedoch bei meinen anatomischen Untersuchungen in der Regel nur die stärkere Krümmung.

Die hier zu besprechenden Imbibitions-Krümmungen beruhen in den meisten Fällen vorwiegend auf jenen Verschiedenheiten der micellaren Membranstruktur, welche man aus Gestalt und Lage der Poren herleitet. Zwar lässt sich dort, wo die Krümmungen hauptsächlich um senkrecht zur Längsachse des Organes gestellte Achsen verlaufen und gleichzeitig die mechanisch wirksamen Zellen auf mehrere übereinanderliegende Schichten vertheilt sind (beides gilt für die überwiegende Mehrzahl der in dieser Arbeit behandelten Früchte), fast immer eine Zunahme in der Länge und der Zuspitzung der Zellen von der Contractionsseite nach der Widerstandsseite beobachten. Jedoch bemerkt man hier auch an den Zellen der Contractionsseite allermeist ein Ueberwiegen des Längsdurchmessers über den Querdurchmesser, ferner eine Verjüngung oder leichte Zuschärfung in der Längsrichtung (vgl. Taf. II, Fig. 2), wodurch das Auftreten quergestellter Radialwände und ihre Ausdehnung in der Querrichtung erheblich eingeschränkt wird. Wenn daher quergestellte Radialwände auf der Contractionsseite häufiger sind, als auf der Widerstandsseite und dort durch Normalschrumpfung bezw. -quellung ihrer Schichten das Zustandekommen der Krümmungen befördern, so ist dies nur in untergeordneter Weise der Fall. In diesem Punkte nehmen jedoch *Pinguicula* und *Agrostemma* eine Ausnahmestellung ein; in den äusseren Zellschichten nämlich treten zahlreiche quergestellte, in hohem Grade wirksame Radialwände auf, deren Häufigkeit nach innen mit der Verlängerung der Zellen abnimmt. Bei *Trientalis* und einigen andern herrscht in allen mechanishen Schichten annähernd dieselbe Porenlage, und da ich hier der Längenzunahme der Zellen von der Contractionsnach der Widerstandsseite hin aus den oben angegebenen Gründen keine hohe Bedeutung beizulegen vermochte, sah ich mich zur Annahme von Differenzen in der Quellbarkeit genöthigt.

Bezüglich derjenigen Fälle, wo Spannungsdifferenzen in der einzelnen Zelle Krümmungen der Zähne erzeugen oder wenigstens unterstützen, begnüge ich mich an dieser Stelle mit dem Hinweis auf die speciellen Ausführungen.

Für sämmtliche hier zu betrachtenden Früchte ist noch hervorzuheben, dass an den mechanischen Elementen gewellte Radialwände nur selten vorkommen, und dass dann dieser eigenartige Verlauf mitunter eine wichtige Rolle im Bewegungsmechanismus spielt.

In Kürze sei auf diejenigen Abweichungen hingewiesen, welche der Bau der Kapselspitze gegenüber den weiter abwärts gelegenen Theilen aufweist. Der Längsdurchmesser der derbwandigen und verholzten Zellen ist in der Umgebung des Griffels stets geringer als weiter unterhalb. Häufig ist die Schichtenzahl der derbwandigen und verholzten Elemente in der Umgebung des Griffels grösser als anderswo, wodurch dann der Zahn an der Spitze das Maximum seiner Dicke erreichen kann. Mitunter liegt

dieses Maximum etwas von der Zahnspitze entfernt, und der Zahn (namentlich dessen derbere Gewebe) nimmt nach der Ansatzstelle des Griffels zu wieder an Dicke ab (besonders deutlich beispielsweise bei *Agrostemma*). Natürlich ist hierdurch die Ablösung der Zahnspitzen vom Griffelgrunde erleichtert. Derselbe Vortheil wird bei einigen *Primulaceen* dadurch erreicht, dass das derbwandige Gewebe des Zahnes nicht bis an den Griffelgrund heranreicht, sondern dieser von einer Zone zarten Gewebes umgeben wird. In anderen hierzu das Gegenstück bildenden Fällen sehen wir das derbwandige Gewebe der Kapsel sich in ähnlicher Form in den Griffel hinein fortsetzen. Diese Angaben über den Bau des Griffelgrundes und der Kapselspitze mögen genügen und im folgenden nur hier und da ergänzt werden. Eine ausführlichere Behandlung dieses Punktes erwies sich als nicht lohnend.

Ebenso lassen sich die Einrichtungen, welche die seitliche Trennung der Zähne von einander erleichtern, mit wenigen Worten erledigen. An denjenigen Stellen, wo sich die Längsrisse in der Frucht bilden, sind nämlich die mechanischen Zellen meist schmäler und niedriger als sonst, ihre Radialwände auch dann gerade oder höchstens schwach verbogen, wenn sie in den übrigen Theilen gewellt sind. Die Fruchtwand besitzt hier oft eine geringe Dicke, welche ausser durch die Niedrigkeit der mechanischen Elemente auch dadurch bedingt sein kann, dass die letzteren in geringer Schichtenzahl auftreten oder zum Theil durch zartwandige, schrumpfende Elemente ersetzt werden. So verläuft bei den *Primulaceen* an der Trennungslinie ein die derbwandigen Elemente theilweise verdrängendes Gefässbündel. (Tafel I. Figur 2.)*)

a. Achse der Imbibitionskrümmung des Zahnes oder der Klappe senkrecht zur Längsrichtung der Frucht.

α. Contractionselemente aussen, Widerstandselemente innen (daher Zähne bezw. Klappen in feuchtem Zustande zusammenneigend, im trockenen Zustande spreizend).

I. Mechanisch wirksame Elemente in mehreren Zellschichten auftretend (dabei häufig gewisse Schichten nur Contractions-, andere nur Widerstandszellen enthaltend).

1. Continuirliche Schichten von Widerstandszellen.

† Oberste Schicht bei den Krümmungsvorgängen unbetheiligt, unverholzt; unterste Schicht aus Widerstandszellen bestehend, verholzt.

Hierher gehören zunächst die meisten *Primulaceen*-Früchte, von den untersuchten die folgender Arten: *Primula officinalis*, *Dionysia diapensiaefolia*, *Douglasia Vitaliana*, *Aretia helvetica*, *Androsace septentrionalis*, *Cortusa Matthioli* (Tafel I. Figur 1 und 2), *Kaufmannia Semenovii*, *Ardisiandra sibthorpioides*, *Soldanella alpina*, *Bryocarpum himalaicum*, *Samolus Valerandi*, *Lysimachia vulgaris* (Tafel I. Figur 4—6), *Naumburgia thyrsiflora*, *Trientalis europaea* (Tafel I. Figur 3), *Glaux maritima*, *Dodecatheon Meadia*, *Coris monspeliensis*.

Das zwischen der obersten und untersten Schicht gelegene Gewebe besteht meist durchweg aus Zellen, die durch ihre quergestellten Porenspalten als Contractionselemente charakterisirt sind.

*) Vergl. auch Leclerc du Sablon, l. c. p. 79 und Taf. 7, Fig. 7.

Gewöhnlich enthält jenes Gewebe die stärksten Wandverdickungen in seinen äusseren Theilen,*) wodurch, wie Eichholz für *Primula* treffend hervorgehoben hat (l. c. p. 572), die Contractionsenergie den Hebelgesetzen gemäss gesteigert wird; in seinem inneren, zarteren Theil weisen die der Widerstandsschicht benachbarten Zellen neben quergestellten bisweilen punktförmige oder schiefstrichförmige Tüpfel auf (besonders oft bei *Aretia*, *Douglasia*, *Androsace*) und stellen somit Uebergänge von Contractions- zu Widerstandselementen dar. *Soldanella*, *Bryocarpum* und *Coris* zeigen ziemlich gleichmässige Wandverdickung in dem zwischen der untersten und obersten Schicht gelegenen Gewebe. *Trientalis*, *Naumburgia*, *Steironema* und *Lysimachia* besitzen jedoch die stärksten Wandverdickungen, somit die eigentlichen Contractionselemente, unmittelbar über der Widerstandsschicht, also im Innern des Zahnes, während nach aussen die Wände immer schwächer werden, wobei gleichzeitig die Tüpfel seltener auftreten oder gänzlich verschwinden können.

Dass die unterste Schicht die Function eines Widerstandsgewebes ausübt, dafür sprechen in den meisten Fällen ihre lochförmigen (d. h. in Flächenansicht als Punkte erscheinenden), schiefspaltenförmigen oder längs-spaltenförmigen Poren. Bei *Glaux*, aber besonders bei *Ardisiandra* und *Trientalis* fällt an den Radial- und äusseren Tangentialwänden der untersten Schicht das häufige Vorkommen oder Vorherrschen von quer-strichförmigen Poren auf. Die unterste Schicht nimmt somit hier keine Sonderstellung ein hinsichtlich der Anordnung der Micellen, höchst wahrscheinlich aber hinsichtlich der geringen Quellbarkeit ihrer Wände. Schon ohne Behandlung mit Reagentien zeichnet sie sich durch ihre Färbung aus, welche stark ins gelbliche spielt, und bei Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure erscheint sie dunkler roth als alle darüberliegenden Gewebe. Nun zeigt sich bei *Trientalis* auch im eigentlichen Contractionsgewebe eine Zunahme der Verholzung von aussen nach innen. Ferner ist die Frage ob und in welchem Umfange die Erscheinung der Verholzung von bestimmten physikalischen Eigenschaften der Zellwand begleitet wird, durch die bisherigen Forschungen noch nicht befriedigend beantwortet worden. Ich versuchte daher auf experimentellem Wege an *Trientalis* festzustellen, ob die unterste Schicht nur in ihren inneren Theilen, oder als Ganzes, oder die unterste Schicht gemeinsam mit aussen angrenzenden Geweben als Widerstandselement fungire. Meine Versuche machten die zweite Möglichkeit wahrscheinlich. Die durch Abschaben aller darüber liegenden Gewebe isolirte unterste Schicht liess keine Imbibitionskrümmung erkennen. Auch der von der untersten Schicht befreite Zahn krümmte sich nicht, oder doch verschwindend wenig im Vergleich zum unversehrten Zahne. Ueb-

*) Die derbwandigen und verholzten Elemente folgen dann unmittelbar auf die äusserste Schicht; nur bei *Glaux maritima* schiebt sich zwischen diese und jene hier und da eine Schicht zartwandiger, unverholzter Zellen ein.

rigens spielt möglicherweise auch bei denjenigen *Primulaceen*, deren unterste Fruchtschicht schon durch die Gestalt und Anordnung der Poren ihren Charakter als Widerstandsgewebe anzeigt, geringe Quellbarkeit, die bei *Trientalis* allein Bedeutung hat, neben der Anordnungsweise der Micellen, eine Rolle.

Hiermit glaube ich die für das Verständniss der Krümmungserscheinungen wichtigsten anatomischen Thatsachen hervorgehoben zu haben und wende mich nun zur Besprechung einiger weiterer Verschiedenheiten in den Bewegungsgeweben der oben aufgezählten Früchte.

Samolus und besonders *Ardisiandra* und *Trientalis* haben eine Eigenthümlichkeit in der Wandverdickungsform der Contractionsschichten gemeinsam, welche sie von den übrigen Arten unterscheidet. Die Porenspalten sind nämlich durchgehends sehr lang, auf den Radialwänden der Zellhöhe, auf den Tangentialwänden der Zellbreite nahezu gleichkommend, ausserdem im Vergleich mit den verdickten Partieen ziemlich breit, so dass eine ring- oder treppenförmige Wandverdickung zu Stande kommt. Die Früchte der übrigen Arten dagegen zeigen grosse Verschiedenheiten in der Länge der Tüpfel ein und derselben Zelle, dieselben sind theilweise, namentlich in den unteren Contractionsschichten recht kurz, ferner schmal im Verhältniss zu den verdickten Wandpartieen. Abgesehen von der Tüpfelung, pflegt die Wandverdickung ein und derselben Contractionszelle ziemlich gleichmässig zu sein. Auszunehmen sind *Trientalis*, dessen längsgestellte Radialwände die tangentialen an Dicke übertreffen, und *Aretia*, *Douglasia*, *Androsace*, in deren oberster Contractionsschicht Aussen- und oberer Theil der Radialwände die weitaus am stärksten verdickten Theile sind. Es findet hier also eine ähnliche Steigerung der Contractionsenergie durch Anhäufung des mechanisch wirksamen Materials in der Nähe der Oberfläche statt, wie sie oben bereits erwähnt wurde. Diese Zellen sind auch insofern etwas eigenartig gestaltet, als ihr Querschnitt, nicht wie gewöhnlich kreisförmig bis quadratisch ist, sondern in radialer Richtung einen beträchtlich grösseren Durchmesser besitzt, als in quer-tangentialer.

Grössere Mannigfaltigkeit als die Contractionselemente, wenigstens hinsichtlich der Vertheilung der Wandverdickung, bieten die Zellen der Widerstandsschicht. In den meisten Fällen erreicht die innere Tangentialwand die grösste Dicke, seltener sind alle Wände annähernd gleich stark (*Dodecatheon*, *Naumburgia*, *Samolus*, *Ardisiandra*) oder vorwiegend die radialen (*Primula* [Dicke der Radial- und inneren Tangentialwände oft gleich], *Soldanella*, *Dionysia*), noch seltener vorwiegend die äusseren Tangentialwände verdickt (*Trientalis*).*) Die Querschnittsform ist gewöhnlich kreisförmig bis quadratisch, bei

*) Bei obigen Angaben wird unter Radialwand die zwei benachbarten Zellen gemeinsame, unter äusserer Tangentialwand nur derjenige Theil verstanden, welcher zur untersten, also zur Widerstandsschicht, gehört.

Trientalis, *Androsace*, *Douglasia* überwiegt die Dicke gegenüber der Höhe, bei *Soldanella*, *Dionysia* und *Cortusa* herrscht das umgekehrte Verhalten.

Ein Vergleich der Höhe der Widerstandselemente einerseits und der Contractionselemente anderseits lehrt häufig, dass erstere niedriger sind als jede Zelle der zweiten Art. Hingegen lassen *Coris*, *Soldanella*, *Kaufmannia*, *Cortusa*, *Primula*, *Dionysia* keine durchgreifenden Verschiedenheiten in der Höhe der Contractions- und Widerstandsschichten erkennen.

Kurze Erwähnung mögen einige histologische Einrichtungen finden, welche die Trennung der Zahnspitzen von einander unterstützen. Während dieser Vorgang dann wenig begünstigt erscheint, wenn die mechanischen Gewebe sich aus der Zahnspitze in den Griffel hinein fortsetzen (*Dionysia*, *Douglasia*, *Kaufmannia*, *Coris*), da hier beim Aufspringen der Frucht meist eine Spaltung des Griffels erforderlich ist, tritt in anderen Fällen eine Erleichterung dadurch ein, dass am Griffelgrunde das mechanische, derbwandige Gewebe plötzlich aufhört und zartwandiges an seine Stelle tritt. Ein derartiges „Trennungsgewebe" ist ausser den oben genannten allen in diesem Abschnitt behandelten Früchten eigen. Besonders ausgedehnt ist dieses zarte den Griffelgrund umgebende Gewebe bei *Primula*, *Cortusa*, *Dodecatheon* und noch mehr bei *Soldanella* und *Bryocarpum*.

Den besprochenen *Primulaceen* stehen im Bau der Früchte nahe die *Lentibulariaceen Pinguicula vulgaris* (Tafel I. Figur 9) und *Genlisea violacea*. Auch hier ist die unterste Schicht des Kapselzahnes als Widerstandsgewebe ausgebildet. An dieses schliesst sich das Contractionsgewebe, und über letzterem liegen mehrere Schichten zartwandiger Elemente, die von einer schwachen Epidermis bedeckt sind. Die längs verlaufenden Radialwände der Contractionselemente sind theilweise stark gewellt.

Ich betrachte zunächst *Pinguicula*. Auch die Tangentialwände der Contractionselemente sind hin und wieder verbogen, die quergestellten Radialwände dagegen meist gerade. Die Contractionselemente treten in 2—3 Schichten auf. Ihre Poren sind quer gestellt, strichförmig, von ungleicher, aber hinter der Zellhöhe und meist auch hinter der Zellbreite beträchtlich zurückstehender Länge. Im Uebrigen ist die Verdickung an allen Wänden ein und derselben Zelle ziemlich gleichmässig, wie auch zwischen den verschiedenen Schichten des Contractionsgewebes keine deutlichen Unterschiede hinsichtlich der Wandstärke hervortreten. Die unterste Contractionsschicht pflegt höher zu sein als die darüber liegenden. Ihre Zellen zeigen häufig, im oberen Theil des Zahnes fast durchgehend, ein Ueberwiegen des Querdurchmessers gegenüber dem Längsdurchmesser. Die Zellen der Widerstandsschicht tragen auf den Radialwänden punkt- oder strichförmige und im letzteren Falle längs oder schief orientirte Poren. Die stärkste Verdickung herrscht an den Innenwänden und dem unteren Theil der Radialwände. Ihrer Gestalt nach sind die Widerstandszellen längs gestreckt, zugespitzt und geradwandig oder an den Radialwänden schwach verbogen. Die Höhe übertrifft den Querdurchmesser. Mit der untersten Contractionsschicht verglichen zeigt die Widerstandsschicht beträchtlichere

Zelllänge und durchschnittlich dieselbe Zellhöhe als jene. In der Widerstandsschicht sind die Wände stärker verholzt als in den Contractionsschichten, von denen wieder die oberen schwächere Verholzung aufweisen als die unteren.

Für die Krümmungen der Kapselzähne von *Pinguicula* lassen sich somit folgende Ursachen anführen.

1. In den Contractionsschichten häufigeres Auftreten quer gestellter (durch normale Schrumpfung bezw. Ausdehnung der Schichten wirksamer) Radialwandparticen als in der Widerstandsschicht. Die Radialwände der Contractionsschichten sind theilweise in ihrem ganzen Verlauf quer gerichtet, theils hauptsächlich längs-, infolge der Wellung aber stellenweise auch quergerichtet. Die Häufigkeit quer gestellter Radialwände hängt auch mit der Verkürzung des Längsdurchmessers der Zellen zusammen.

2. Unterschiede in der Porenstellung (Micellarstructur.)

3. Wahrscheinlich auch Unterschiede im Quellungsvermögen.

Ganz ähnlich gebaut ist die Frucht von *Genlisea*. Doch ist das Contractionsgewebe überwiegend einschichtig, nur hie und da, namentlich an der Zahnspitze, zweischichtig. Die derbwandigen und verholzten Zellen treten somit hier nur in 2—3 Schichten auf. In den Contractionszellen übertrifft niemals der Querdurchmesser den Längsdurchmesser.

†† Oberste Schicht des Zahnes stets mechanisch wirksam, verholzt, innerer Theil der Fruchtwand aus mechanisch unwirksamem, mehrschichtigem, zartem, unverholztem Gewebe bestehend. Hierher gehören die *Caryophyllaceen Uebelinia abyssinica*, *Agrostemma Githago*, (Taf. II. Fig. 4 und 5), *Viscaria viscosa*, *Silene venosa*, *Lychnis Coronaria*, *Petrocoptis pyrenaica*, *Heliosperma quadrifidum* (Taf. II. Fig. 3), *Melandryum album* (Taf. II. Fig. 1 und 2), *Arenaria serpyllifolia*, *Moehringia trinervia*, *Thylacospermum rupifragum* und *Dolophragma polytrichoides*.

In der obersten Schicht sind die Aussenwände weit stärker verdickt als die übrigen und von tiefen, quergestellten, mitunter sehr engen Porenspalten durchsetzt. Die oberste Schicht führt in manchen Fällen auch für sich allein Krümmungen aus, was Steinbrinck (l. c.) bei *Melandryum album* („*Lychnis vespertina*“) beobachtet und eingehend erklärt hat. Ich sah an *Petrocoptis* selbständige Imbibitionskrümmungen der isolirten obersten Schicht, die jedoch weit schwächer waren, als die vom gesammten mechanischen Gewebe ausgeführten.

Die in diesem Abschnitt zu behandelnden Früchte lassen sich in zwei Gruppen theilen, je nachdem vorwiegend Differenzen in der radialen Schrumpfung und Quellung der Wandungen oder vorwiegend solche inder tangentialen (die Ausdrücke „radial“ und „tangential“ beziehen sich hier auf eie einzelne Zelle) für das

Zustandekommen der Krümmungen ausschlaggebend sind. Anatomisch erkennbar sind die erstgenannten Differenzen an der in den verschiedenen Zellschichten verschiedenen Häufigkeit und Dicke der quergestellten Radialwände, die andern hauptsächlich an der verschiedenen Lage und Gestalt der Poren.

Zur der ersten Gruppe gehört *Agrostemma*, zur zweiten die übrigen Arten. Es sei zunächst *Agrostemma* betrachtet. In der obersten Schicht übertrifft der Längsdurchmesser der Zellen stets den Querdurchmesser. Die Höhe übertrifft den Querdurchmesser und ist dem Längsdurchmesser höchstens gleich. Die Porenspalten in der Aussenwand sind sehr undeutlich. Die auf die oberste folgenden 3—4 Lagen, besonders die äusserste unter ihnen, fallen dadurch auf, dass der Querdurchmesser den Längsdurchmesser entschieden übertrifft, ja sogar häufig überhaupt die grösste Ausdehnung der betreffenden Zelle darstellt, so dass dieselbe als quergestreckt zu bezeichnen ist. Das Zellumen erscheint als quergestellte Spalte von entsprechend grösserer oder geringerer Ausdehnung in der Querrichtung. Auf dem Längsschnitt sind in der zweiten, d. h. in der auf die oberste folgenden oft auch in der dritten Lage Porenkanäle mit Sicherheit nicht zu erkennen; auf dem Querschnitt fehlen sie in der zweiten Lage gleichfalls, in der dritten dagegen bemerkt man viele Porenkanäle von cylindrischer Gestalt. Die folgenden 2 oder 3 Schichten zeigen derartige Porenkanäle sowohl auf Längs- wie auch auf Querschnitten. Von der vierten Schicht an beginnen nach innen Quer- und Längsdurchmesser der Zellen sich auszugleichen, und schliesslich überwiegt der letztere meistens; nimmt gleichzeitig die Zellhöhe ab, welche innerhalb der 3—4 äussersten Schichten sich ziemlich gleich geblieben war. Es treten somit im inneren Theil des derben Gewebes isodiametrische und schliesslich längsgestreckte Elemente auf; die Poren sind von punktähnlicher Querschnittsform.

Die längsgerichteten Imbibitionskrümmungen der Kapselzähne von *Agrostemma* erleiden durch Entfernung der obersten Schicht keine merkliche Veränderung, werden aber aufgehoben, wenn man die inneren Schichten so weit beseitigt, dass nur die 2—3 äussersten Lagen übrig bleiben. Die verschiedenen Spannungen kommen offenbar vorwiegend dadurch zu Stande, dass von der zweiten Schicht nach innen die Zahl der quergestellten Radialwände mit der Zunahme des Längsdurchmessers der Zellen abnimmt.

In der zweiten Gruppe zeigen die auf die oberste folgenden Lagen niemals ein Ueberwiegen des Querdurchmessers der Zellen; derselbe ist dem Längsdurchmesser höchstens gleich (besonders oft bei *Lychnis*), häufiger steht er demselben nach. Diese Gruppe lässt sich folgendermassen in 2 Unterabtheilungen gliedern:

1. Nur die beiden obersten Schichten derbwandig, verholzt und mechanisch wirksam (*Uebelinia*, *Petrocoptis*, *Heliosperma*, *Moehringia*, *Arenaria*).

2. Mehrere obere Schichten derbwandig, verholzt und mechanisch wirksam (*Viscaria*, *Silene*, *Lychnis*, *Melandryum*). Die Elemente

der obersten Lage zeigen stets ein Ueberwiegen der Höhe über den Querdurchmesser. Der Längsdurchmesser wird bei *Lychnis* und besonders *Melandryum* von der Höhe übertroffen. Ein häufiges Ueberwiegen des Längsdurchmessers über die Höhe ist an *Heliosperma* zu bemerken und bildet die Regel für *Moehringia*, *Uebelinia* und *Arenaria*. Von der äussersten Schicht nach innen nimmt die Zellhöhe ab, die Länge gewöhnlich zu, an Stelle der querspaltenförmigen Poren treten allmählich punkt- oder längsspaltenförmige. Die Radialwände sind in den inneren derbwandigen Schichten bei *Viscaria* häufig verbogen.

Die Kapselzähne der oben aufgezählten *Caryophyllaceen* zeigen noch einige anatomische Eigenthümlichkeiten, welche zu den Imbibitionskrümmungen in keiner unmittelbaren Beziehung stehen, aber kurze Erwähnung finden mögen. In der zweitobersten Schicht des Kapselzahnes von *Ayrostemma* bemerkt man zahlreiche Zellen, welche sich von den benachbarten durch ihre kugilge Gestalt, ihre geringe Wandverdickung, sowie endlich dadurch unterscheiden, dass sie von je einer Calciumoxalat Druse ausgefüllt werden. Weniger häufig treten derartige Krystallbehälter weiter im Innern des Zahnes auf. — Am Grunde der Kapselzähne von *Silene*, *Lychnis* und *Agrostemma*, in der Gegend, wo die eigentlichen Imbibitionsgewebe aufhören, was man besonders aus dem Schwinden der charakteristischen Tüpfelformen erkennt, nimmt die Dicke der Fruchtwand unter gleichzeitiger Vermehrung der Zellschichten ziemlich plötzlich zu, um sich dann wenig unterhalb wieder zu verringern. Innerhalb einer die untere Hälfte dieser Verdickung und das unterhalb angrenzende Gebiet umfassenden Zone, trägt bei *Lychnis* jede Zelle der obersten Schicht einen dem oberen Zellende genäherten, mitunter einen feinen Kanal enthaltenden Höcker. Weniger ausgeprägt zeigt *Silene* diese Höckerbildung: dieselbe dehnt sich hier bis auf den oberen Rand der Verdickung aus. Die derbwandigen Elemente reichen entweder nur bis zum Griffelansatz, so dass im Griffel selbst nur dünnwandiges Gewebe auftritt, oder sie setzen sich in den Griffel fort. Besonders reich an kräftigen dickwandigen Zellen sind die zur Zeit der Fruchtreife zurückgebogenen, den Kapselzähnen dicht anliegenden Griffel von *Lychnis*. Die morphologisch oberste Schicht besteht hier aus Zellen, die denen ähnlich sind, welche im Zahne die oberste Schicht bilden. Die Verdickung der Aussenwände ist auf der dem Zahne zugekehrten Seite des zurückgebogenen Griffels stärker, als auf der gegenüberliegenden. Die inneren Gewebe der Griffel werden hauptsächlich von den Gefässbündeln gebildet.

2 Randständige Widerstandsstränge. *Dianthus superbus. Tunica prolifera*). Vaccaria segetalis. Gypsophila paniculata. Saponaria officinalis* (Taf. II. Fig. 6). *Velezia rigida. Sagina nodosa. Buffonia macrosperma. Drymaria cordata. Ortegia hispanica. Polycarpaea corymbosa. Stipulicida setacea. Microphyes littoralis. Loefflingia hispanica.*

Auch hier besteht der innere Theil der Fruchtwand aus zartem, unverholztem Gewebe, die oberste Schicht aus mehr oder weniger verholzten Elementen, mit überwiegend verdickter, von quergestellten oft durch die Wandverdickung nahezu verdrängten Porenspalten durchsetzter Aussenwand. Die zu Stande kommenden Krümmungen können auch hier in manchen Fällen schon von der obersten Schicht, deren äussere Theile Sitz der stärksten Schrumpfung und Quellung sind, während die inneren Widerstand ausüben, allein ausgeführt werden, und die Wirksamkeit der randständigen

*) Vgl. Steinbrinck l. c.

Stränge kommt dann nur unterstützend hinzu. Steinbrinck (l. c.) beobachtete dies an *Tunica* („*Dianthus*“) *prolifera* und *Saponaria*, ich selbst an *Dianthus superbus*.

Einige unter den hierher gestellten Früchten weisen nur sehr unbedeutende Imbibitionskrümmungen auf,*) und hiermit stehen die sich aus der nachfolgenden vergleichenden Betrachtung der Bewegungsgewebe zwischen den angeführten Arten ergebenden Unterschiede zum Theil in Zusammenhang.

Dianthus, *Tunica*, *Saponaria*, *Gypsophila* und *Velezia* lassen die charakteristischen tiefen Porenspalten in den Aussenwänden der obersten Schicht deutlich erkennen. Auf eine kleine Region im obersten Theile der Kapsel beschränkt sich das Vorkommen der Poren bei *Sagina*, *Buffonia*, *Drymaria*, *Polycarpaea*, *Microphyes*, *Loefflingia;* auch dringen sie nur wenig in die Wandung ein. Letzteres gilt auch für *Vaccaria:* in den Aussenwänden erscheinen statt der Porenspalten nur seichte Rinnen; überdies treten an den Seiten- und Innenwänden nur punktförmige Tüpfel auf. Bei *Ortegia* und *Stipulicida* kommen Porenspalten in den Aussenwänden der obersten Schicht überhaupt nur sehr vereinzelt vor. Die Höhe der die oberste Schicht zusammensetzenden Zellen übertrifft den Längsdurchmessers stets bei *Dianthus*, *Tunica* und *Vaccaria*. Bei *Saponaria* unterscheiden sich beide gar nicht oder nur wenig, so dass in der Nähe der Zahnspitze die Höhe, am Zahngrunde der Längsdurchmesser überwiegt. Aehnlich verhalten sich *Gypsophila* und *Velezia*, nur bleibt die Höhe noch mehr hinter dem Längsdurchmesser zurück. Das Ueberwiegen des letzteren gilt als Regel für die übrigen Arten. Leicht verbogene Grenzlinien zwischen den Zellen der äussersten Schicht (wenigstens in deren äusserem Theile) charakterisiren *Ortegia*, wellig verbogene, im unteren Theil des Zahnes *Gypsophila* und *Vaccaria*. Durch die geringe Verholzung der Aussenwände fallen *Sagina*, *Buffonia*, *Drymaria*, *Ortegia*, *Polycarpaea*, *Microphyes* auf.

Auch im Bau der randständigen Stränge treten Unterschiede und vielfach Unvollkommenheiten zu Tage. Mit kräftigen randständigen Strängen, die sich aus derbwandigen, langgestreckten und zugespitzten, längsgestellte Porenspalten sehr häufig und deutlich zeigenden Widerstandselementen zusammensetzen, sind die Kapselzähne von *Tunica*, *Dianthus* und *Saponaria* ausgestattet Noch ziemlich zahlreiche, aber weniger derbwandige Widerstandszellen weisen *Vaccaria*, *Polycarpaea*, *Stipulicida*, *Buffonia* auf. *Gypsophila*, *Velezia*, *Drymaria*, *Ortegia*, *Microphyes* besitzen ein nur ein- bis zweischichtiges, aus Zellen von geringer Wandverdickung und oft mehr parenchymatischer als prosenchymatischer Gestalt bestehendes, *Loefflingia* ein überhaupt nur schwach an-

*) Besonders auffällig sind die schwachen Krümmungen, welche die Zähne der grossen Kapsel von *Vaccaria* ausführen. Die an der Spitze der aufgesprungenen Frucht vorhandene Oeffnung ist merkwürdig klein im Vergleich mit der Grösse der Samen.

gedeutetes Widerstandsgewebe, dargestellt durch eine aus zwei bis drei Reihen bestehende Schicht von Zellen, deren Wände kaum stärker sind als die des angrenzenden zarten Gewebes.

Während an den Zahnrändern unmittelbar unter der obersten Lage die Widerstandsstränge liegen, schliessen sich derselben, abgesehen von *Vaccaria* und *Tunica*, in den übrigen Theilen zarte Gewebe an. Nur an der Spitze schalten sich zwischen die oberste Schicht und die zarten Gewebe noch derbwandige, vorwiegend isodiametrische mit punktförmigen Tüpfeln versehene Elemente ein, welche indes, abgesehen von *Dianthus*, nur eine kleine ein- bis zweischichtige Gruppe bilden. Bei *Dianthus* liegen unter der obersten Lage unmittelbar an der Zahnspitze etwa 5 Schichten derbwandiger grösstentheils isodiametrischer Zellen. Weiter abwärts nehmen dann die derbwandigen Elemente mehr und mehr längsgestreckte Formen an und treten in immer weniger Schichten auf, um sich schliesslich in einiger Entfernung von der Zahnspitze zu verlieren. *Dianthus* stellt in dieser Hinsicht ein Bindeglied dar zwischen *Tunica* und *Vaccaria* einerseits und den übrigen in dieser Gruppe genannten Früchten andererseits. *Tunica* und *Vaccaria* wiederum verbinden die vorangehende mit dieser Gruppe, indem die (abgesehen von den Zahnrändern) sich zwischen die oberste Schicht und das zarte Gewebe einschaltenden derbwandigen und verholzten Elemente noch weiter abwärts reichen als bei *Dianthus*. Die Wandverdickungen dieser Zellen sind indess verhältnissmässig gering, und dieselben dürften daher kaum mechanisch wirksam sein. An der Zahnspitze treten bei *Tunica* diese Elemente in zwei Lagen auf und sind in der unteren isodiametrisch, in der oberen schief zur Oberfläche gestreckt. Weiter abwärts erscheinen sie nur in einer Schicht, zunächst isodiametrisch, dann quer gestreckt. Die Poren sind an den längs verlaufenden Radialwänden punktförmig oder schief bis längs-strichförmig. *Vaccaria* lässt zwischen der obersten Schicht und dem zarten Gewebe an der Zahnspitze 3, weiter abwärts zwei Lagen von Zellen mit verholzten und schwach verdickten Wänden erkennen; dieselben sind dort isodiametrisch, hier längs gestreckt. Das den inneren Theil der Frucht einnehmende zarte Gewebe ist bei *Vaccaria* auffällig umfangreich.

4. Widerstandselemente zu einem medianen Pfeiler vereinigt:

Ceratostigma Griffithii. (Tafel II. Figur 7 und 8.) Die Kapsel dieser Pflanze ist schon äusserlich dadurch ausgezeichnet, dass sie sich am Grunde öffnet, eine Eigenthümlichkeit, die sich unter den in dieser Arbeit berücksichtigten Früchten nur noch bei der später zu besprechenden *Portulacacee Lewisia rediviva* vorfindet. Die untere Hälfte der Frucht besteht aus zartem Gewebe, welches schliesslich von den an der Spitze ziemlich fest zusammenhängenden Klappen bei der Oeffnungsbewegung zerrissen wird. Sitz der Imbibitionskrümmungen ist also die obere Fruchthälfte, auf deren Bau ich nunmehr eingehe. Die Zellen der obersten Schicht zeigen, von oben betrachtet, eine deutliche, nur selten unterbrochene Anordnung in Längsreihen, ferner ein Ueberwiegen des Querdurchmessers über den Längsdurchmesser, welches am unteren Ende des derben Theils am ausgeprägtesten ist und von da nach der Spitze sich vermindert, bis endlich in einer kleinen Region an der Spitze der Unterschied in der Grösse des Längs- und Querdurchmessers verloren geht. Die Zellgrenzen schneiden sich mit vereinzelten Ausnahmen rechtwinklig, so dass sie also von oben gesehen an der Spitze Quadrate, im Uebrigen

quergestreckte Rechtecke bilden. Die Zellhöhe übertrifft den Querdurchmesser ganz bedeutend, nur am Beginn des zarten Theils der Frucht findet ein Ausgleich statt. Während die Höhenabnahme nach unten sehr allmählich stattfindet, erniedrigen sich die Zellen der obersten Schicht in der Nähe des Griffels ziemlich plötzlich. Seiten- und Innenwände bleiben ziemlich schwach, dagegen ist die Aussenwand überall sehr stark verdickt. Sie lässt in der Gegend der Krümmungsachse zahlreiche quer gestellte Porenspalten erkennen, welche aber nie wie bei den *Caryophyllaceen* durch die ganze Wand hindurch sich ausdehnen, sondern ziemlich klein sind und zerstreut, sowohl über als nebeneinander auftreten; ähnliche Poren tragen Seiten- und Innenwände. Bei der Contraction der obersten Schicht spielt offenbar die mächtig verdickte Aussenwand die Hauptrolle und zwar in erster Linie vermöge ihrer micellaren Structur; hierzu kommt noch unterstützend die Schrumpfung derjenigen Schichten, welche den querverlaufenden Mittellamellen parallel anliegen; das Auftreten solcher Schichten wird durch die Querstreckung der Zellen begünstigt. Hierdurch ist auch ein häufiges Vorkommen quergestellter Radialwände bedingt, die durch Schrumpfung ihrer Schichten gleichfalls die Contraction befördern. Auf diese eigentliche Contractionsschicht folgt nach innen an den Klappenrändern zartwandiges Gewebe, an den übrigen Theilen zunächst Zellen von geringer Wandverdickung, nach der Orientirung ihrer Tüpfel, theils die Mitte zwischen Contractions- und Widerstandselementen haltend, theils jenen näher stehend, aber bei ihrer geringen Wandverdickung wohl nirgends von erheblicher Wirksamkeit. Sie führen gewöhnlich Reste von Chlorophyllkörnern. Im obersten Theil der Frucht sind sie schief zu deren Oberfläche gestreckt, ihre längsgestellten Radialwände mit strichförmigen, gleichfalls zur Fruchtoberfläche orientirten Tüpfeln versehen. Sie bilden am Griffelgrund eine Lage, dann nimmt die Zahl der Schichten bis aufetwa 5 zu. Ungefähr von der Mitte abwärts verringert sich die Zahl der Schichten wieder bis auf eine, und gleichzeitig nehmen die Elemente isodiametrische Formen an. Die strichförmigen Tüpfel der längsgestellten Radialwände erscheinen nunmehr radial orientirt. Beim Uebergang in den zarten Theil der Frucht wandelt sich schliesslich die isodiametrische Form in eine längsgestreckte um, und es schwindet der Unterschied von dem gleichfalls in zartwandige Elemente übergehenden Widerstandsgewebe, zu dessen Besprechung ich nunmehr schreite. Das Widerstandsgewebe ist ein zwei- bis vierschichtiges Bündel aus längsgestreckten faserförmigen Zellen, deren derbe Wände schief- bis längsorientirte Porenspalten tragen. Von der Spitze der Frucht bis zu deren zartem unteren Theil nimmt die Breite des Widerstandsbündels zu, und zwar nicht nur in absolutem Sinne, der Verbreiterung der ganzen Fruchtklappe entsprechend, sondern auch relativ. Sowohl an den beiden Seiten, an den Zahnrändern, als auch auf der Unterseite wird der Widerstandspfeiler von zartem, zur Zeit der Fruchtreife geschrumpftem Gewebe bedeckt.

II. Mechanisch wirksame Elemente nur in einer Zellschicht auftretend.

1. In der untersten.

Lubinia spathulata (Tafel I. Figur 7). *Asterolinum linum stellatum* (Tafel I. Fig 8). *Pelletiera verna. Apochoris pentapetala.*

Unter den Früchten dieser Pflanzen nimmt die von *Lubinia spathulata* eine Sonderstellung ein und soll deshalb zunächst betrachtet werden. Der weitaus grösste Theil der grossen eiförmigen Kapsel bleibt in Zusammenhang, nur an der Spitze sind kleine Zähnchen ausgebildet, welche Imbibitionskrümmungen ausführen. Der in Zusammenhang bleibende Theil ist durch seinen festen Bau beachtenswerth. Seine innerste Schicht wird gebildet von cylindrischen bis prismatischen, nahezu senkrecht zur Fruchtoberfläche gestreckten Zellen, deren Wandungen stark verholzt und von gewöhnlichen cylindrischen Porenkanälen durchzogen sind. Die Tangentialwände besitzen eine beträchtliche Stärke, während die Verdickung der Radialwände ziemlich gering ist. Alle über dieser Schicht gelegenen Gewebe sind zart und zur Zeit der Fruchtreife zusammengeschrumpft. Ganz andere anatomische Verhältnisse weisen die Zähne auf, welche uns hier hauptsächlich interessiren. Die Höhe der untersten Schicht nimmt vom Grunde des Zahnes bis zu seiner Spitze allmählich ab. Gleichzeitig nimmt der Längsdurchmesser nach oben zu bis weit über die Mitte des Zahnes hinaus, um sich schliesslich dicht an der Spitze mit dem Querdurchmesser wieder auszugleichen. In den mittleren Theilen des Zahnes übertrifft er häufig die Höhe. Die Wandverdickung ist überall sehr stark. Die grösste Durchschnittsstärke erreichen die Aussenwände, die geringste die Radialwände. Besondere Beachtung verdient die Beschaffenheit der Poren. Dieselben treten in den Aussenwänden als quer gestellte tiefe Spalten, an den Radialwänden als Gänge von punktähnlichem Querschnitt auf. An den Innenwänden, woselbst sie nur vereinzelt anzutreffen sind, erscheinen sie in Flächenansicht entweder punktähnlich oder längsgestellt strichförmig. Der Porenbildung nach zu urtheilen, stellen somit die Aussenwände der untersten Schicht Contractions-, deren übrige Theile Widerstandselemente dar. Ueber der untersten Lage befindet sich am Zahngrunde eine aus derbwandigen Zellen gebildete Schicht, zu welcher sich weiter oben noch andere ähnliche gesellen. Ihre Zahl nimmt vom Grunde nach der Spitze allmählich zu und beträgt schliesslich ungefähr acht. Die innersten unter diesen Elementen weisen vorwiegend radiale, die übrigen hauptsächlich längs gerichtete Streckung auf. Die Wände sind durchweg bräunlich verfärbt und weit weniger verholzt als in der untersten Lage. Tüpfel kommen nur sehr vereinzelt vor und sind dann quergestellte Spalten. Zu oberst liegt die schwach gebaute Epidermis, am Zahngrunde ausser ihr noch eine bis mehrere Schichten zarten Gewebes. Die über der untersten Schicht liegenden derbwandigen Zellen lassen zwar hier und da die Tüpfelbildung von Contractionselementen erkennen, haben indes

kaum eine dementsprechende Funktion. Die unterste Schicht führt nämlich in isolirtem Zustande viel stärkere Krümmungen aus als der unversehrte Zahn.

Asterolinum, *Pelletiera*, *Apochoris* besitzen in ihrer Frucht keine derbwandigen und verholzten Elemente ausserhalb der untersten Schicht. Die Zellen derselben sind stark längsgestreckt, ihre Höhe übertrifft den Querdurchmesser; nur in einer kleinen Zone in der Umgebung des Griffels nehmen sie isodiametrische Formen an. Vorwiegend verdickt sind die Aussen- und der obere Theil der Radialwände. Alle Wände sind verholzt. Poren treten nur im oberen (grösseren) Theil der Radialwände und auf den Aussenwänden auf, als ausgedehnte quergestellte Spalten, welche hier über die ganze Zellbreite hinwegreichen, dort sich über den grösseren Theil der Radialwände erstrecken. Während also in der Krümmungsschicht von *Lubinia* der äussere Theil jeder Zelle die Tüpfelform der Contractionsgewebe, der innere die der Widerstandsgewebe aufweist, begegnen uns bei den übrigen Arten nur Tüpfel der ersten Kategorie, beschränken sich jedoch auf den äusseren Theil der Zelle.

An *Asterolinum* wurden die Imibibitionskrümmungen der isolirten untersten Schicht beobachtet. Sie waren weit stärker als die des unversehrten Zahnes. Hier richteten sich beim Austrocknen die Zähne fast gerade auf, ohne sich merklich nach aussen zu biegen, so dass also nur eine kleine Oeffnung zustande kam. Dort hingegen krümmte sich das Gewebe sehr stark concav.

2. Mechanisch wirksame Elemente auf die oberste Zellschicht beschränkt.

Cerastium perfoliatum= Stellaria Holostea. Holosteum umbellatum. Mönchia erecta. Schiedea stellarioides. Die Früchte aller dieser Arten haben folgendes gemeinsam: Die oberste Schicht besteht aus derbwandigen Zellen, welche mit Ausnahme einer sehr kleinen Region an der Zahnspitze, wo ein Ausgleich zwischen Höhe, Längs- und Querdurchmesser stattfindet, stark in der Längsrichtung gestreckt und an den Enden bald zugeschärft, bald abgeflacht sind; alle unter der obersten Schicht gelegenen Gewebe sind zartwandig.

Nach der Wandverdickung der äussersten Zell-lage lassen sich 2 Gruppen unterscheiden: In dem einen Falle sind ganz überwiegend die Aussenwände verdickt (*Cerastium*, *Stellaria*, *Holosteum*, *Mönchia*), im andern ist die Verdickung von Aussen- und Radialwänden (wenigstens deren grösserem oberen Theil) ungefähr gleich (*Schiedea*). An den Früchten der ersten Gruppe, die zuerst besprochen sein mögen, scheint die Aussenwand der obersten Lage allein die Imbibitionskrümmungen zu bewirken, da die übrigen Wände sehr dünn sind. Das nach innen gelegene zarte Gewebe ist für die Krümmungserscheinungen ohne Bedeutung, was durch Entfernung desselben festgestellt wurde. Die Aussenwände der Krümmungsschicht werden von quer gestellten Porenspalten durchsetzt und scheinen, jede für sich, Quellungsdifferenzen aufzuweisen, durch welche die

welcher Anhalt für die Annahme von Verschiedenheiten in der Anordnung der Micellen. Bei *Cerastium perfoliatum* lässt die Aussenwand bemerkenswerthe Verschiedenheiten in ihrem Verhalten gegen Reagentien erkennen. Durch Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure wird die innere Hälfte bis auf eine feine an das Lumen grenzende Lamelle geröthet, die äussere bleibt farblos. In Chlorzinkjod tritt aussen eine dunkelgelbe schwache Cuticula hervor, hierauf folgt eine starke bläuliche Partie, dann eine etwa ebenso starke gelbliche, schliesslich eine feine bläuliche Lamelle. Methylgrün erzeugt in der Cuticula und einem kleinen unmittelbar angrenzenden Gebiet starke Färbung, weiter nach innen zunächst schwache, dann wieder starke und endlich in unmittelbarer Nähe des Lumens wieder schwache. Es herrscht somit in der Wandung, wenn man von der dünnen Cuticula und der zarten, dem Lumen angrenzenden Lamelle absieht, ein Gegensatz zwischen einem äusseren, aus reiner Cellulose bestehenden und einem inneren verholzten Theile. Ein ähnlicher Gegensatz wurde bereits an anderer Stelle besprochen. Uebrigensist eine derartige Verschiedenheit in dem chemischen Verhalten der Aussenwand von *Holosteum*, wo die Verholzung sehr schwach ist, nicht zu beobachten.

Innerhalb der Gattung *Cerastium* herrschen erhebliche Unterschiede bezüglich der Imbibitionskrümmungen, welche an den Kapselzähnen vorkommen, und es kommen hierin bekanntlich auch Verwandtschaftsverhältnisse der Arten zum Ausdruck. Dies bestimmte mich, von der sonst beobachteten Regel, aus jeder Gattung nur eine Art zu berücksichtigen, in diesem Falle abzusehen. Bekanntlich ist die Sect. *Strephodon* Ser. der Untergattung *Eucerastium* Boiss. dadurch gekennzeichnet, dass die Kapselzähne im trocknen Zustand nach aussen eingerollt sind. Hierher gehört *Cerastium perfoliatum*. Nach der Befeuchtung nehmen die Zähne dieser Pflanze eine ungefähr aufrechte Stellung ein, oder zeigen eine schwache convexe Längskrümmung, ohne jedoch die Frucht zu verschliessen, wie das sonst gewöhnlich geschieht. Ausserhalb jener Sect. bilden die beiden folgenden Fälle die durch mannigfache Uebergänge verbundenen Extreme:

1. Kapselzähne in trocknem Zustande leicht concav längsgekrümmt, aber nicht eingerollt, in feuchtem Zustande convex längsgekrümmt, die Frucht verschliessend. (Beisp. *C. tomentosum* [anscheinend nicht constant], *C. banaticum*.)

2. Kapselzähne stets annähernd aufrecht, also ohne erhebliche Krümmungen in der Längsrichtung, in der Querrichtung dagegen in trocknem Zustand concav gekrümmt, während sie angefeuchtet flach ausgebreitet sind. (Beisp. *C. arvense*, überhaupt die meisten Arten.)

Aehnliche Abweichungen scheinen bei *Stellaria* vorzukommen. So schliesst sich *S. Holostea* dem *C. perfoliatum*, *S. uliginosa* dem *C. arvense* an. *Holosteum* verhält sich wie *C. perfoliatum*, nur sind

Krümmungen hervorgerufen werden. Jedenfalls fehlt irgend auch die feuchten Zähne in der Längsrichtung concav gekrümmt, welche Krümmung beim Austrocknen sich bis zur Einrollung steigert. *Mönchia erecta* steht dem *Cerastium arvense* nahe.

Anatomische Verschiedenheiten, welche die der Imbibitionskrümmungen begleiten, vermochte ich nicht zu finden; überall herrscht derselbe oben beschriebene Bau, und ist die Aussenwand der äussersten Schicht Sitz der Imbibitionsbewegungen, die auf anatomisch schwer nachweisbaren Quellungsdifferenzen zu beruhen scheinen.

Weniger localisirt sind jene Kräfte bei *Schiedea*. Schon oben wurde darauf hingewiesen, dass die Verdickung der Aussenwand und des oberen Theils der Radialwände etwa gleich ist; etwas schwächer sind allerdings die übrigen Theile der Wandung. Tüpfel treten vorwiegend an den Radialwänden auf. Sie erscheinen als Spalten, und zwar im oberen Theil der Radialwände quergestellt, im unteren schief. Von den Radialwänden greifen sie hie und da, unter Beibehaltung ihrer Orientirung, auf die Tangentialwände über. Hier lassen also wiederum die Gegensätze in der Orientirung der Porenspalten auf solche in der Anordnung der Micellen schliessen. Indessen ist jene Orientirung der Porenspalten der obersten Schicht nicht durchweg eigen. In einer schmalen Region an den Zahnrändern kommen nämlich nur schiefgestellte Tüpfel vor. Hieraus lässt sich bereits entnehmen, dass die randständigen Theile gegen einen Wechsel im Feuchtigkeitsgehalt anders reagiren, als die von ihnen umgebenen. Folgende Versuche bestätigen diese Annahme. Der in feuchtem Zustande annähernd gerade aufgerichtete, nicht deutlich gekrümmte Zahn biegt sich beim Austrocknen in schwach concaver Längskrümmung nach aussen (wobei gleichzeitig eine Verstärkung der bereits vorher vorhandenen Convexkrümmung in der Querrichtung stattfindet). Weit stärker als am unversehrten Zahn ist jene Längskrümmung an einem herausgelösten medianen Streifen. Schmale Randstreifen sind fast gar keinen Krümmungen unterworfen, breitere dagegen krümmen sich beim Austrocknen um eine auf der Streifenoberfläche senkrechte Achse in der Weise, dass der Widerstand am Rande selbst, die Contraction in einiger Entfernung von diesem ausgeübt wird. Die randständigen Elemente der obersten Schicht bilden also eine Art Widerstandsgewebe, und somit passt die Frucht von *Schiedea* nicht ganz in die Gruppe, welcher sie hier zugetheilt ist. Die Krümmungen der Zähne sind jedoch so unbedeutend, dass von der Aufstellung einer besonderen Gruppe Abstand genommen wurde. Uebrigens spielt das zarte Gewebe unter der obersten Schicht bei jenen Imbibitionsbewegungen wie gewöhnlich keine wesentliche Rolle.

β. Widerstandselemente aussen, Contractionselemente innen (daher die Zähne in feuchtem Zustande spreizend, in trocknem zusammenneigend oder schwächer spreizend).

1. *Colobanthus Billardieri.*

Die Zähne krümmen sich hauptsächlich in ihrem unteren Theil, d. h. oberhalb der Mitte, etwa am Anfang des obersten Drittels der ganzen Frucht. Sie neigen im trocknen Zustande stark zusammen, die Frucht fast (bis auf schmale seitliche Spalten) verschliessend, während sie im feuchtem Zustande stark spreizen und die Frucht weit öffnen. Die oberste Schicht des Zahnes setzt sich zusammen aus längs gestreckten, nur in einer kleinen Gruppe in der Umgebung des Griffels isodiametrischen Zellen, welche am stärksten in den Aussenwänden verdickt und mit einer kräftigen Cuticula versehen sind. In dem oberen, den Imbibitionskrümmungen nicht unterworfenen Theil des Zahnes ist die oberste Schicht bis auf die Cuticula leicht verholzt und lässt auf allen Wänden deutliche, quergestellte Porenspalten erkennen. Das übrige Gewebe besteht aus zartwandigen, unverholzten Elementen. In dem unteren Theil des Zahnes geben die Wände der obersten Schicht Cellulosereaction, abgesehen von der Cuticula. Tüpfel fehlen auf den Aussenwänden stets, treten aber hie und da an den radialen Wänden und zwar in punktähnlicher Gestalt auf; aber auch in der nächstfolgenden, von gleichfalls längsgestreckten Zellen gebildeten Lage sind die Wände, vor allem die äusseren und die radialen, verdickt und tragen die chemischen Kennzeichen der Cellulose; die Verdickung der Radialwände wird von zahlreichen breiten, quergestellten Porenspalten unterbrochen; weniger starke Wände und dem entsprechend undeutlichere Tüpfelung kommen der dritten, im übrigen der vorhergehenden ähnlichen Schicht zu. Unter dieser liegt zartwandiges Gewebe.

Bei den Imbibitionsbewegungen der Kapselzähne von *Colobanthus* dürfte die Cuticula eine wesentliche Rolle als Widerstandselement spielen. An Schnitten, die in Glycerin beobachtet werden, sieht man die Cuticula in Falten geworfen und hie und da losgelöst. In dem oberen, nur sehr unbedeutenden Imbibitionskrümmungen ausgesetzten Theile des Zahnes scheinen sich das Contractionsbestreben der obersten Schicht mit Ausschluss der Cuticula einerseits und der Widerstand der letzteren anderseits annähernd aufzuheben. Wird nämlich die Cuticula ebenso wie das zarte Gewebe entfernt, so verkürzen, bezw. verlängern sich die übrig gebliebenen Theile der obersten Schicht, wenn man sie austrocknen lässt bezw. befeuchtet, eine Erscheinung, die vorher nicht wahrzunehmen war. Das zarte Gewebe übt übrigens nur einen sehr schwachen Widerstand gegen die Contraction aus, was durch Versuche festgestellt wurde. Im unteren Theile des Zahnes hat sowohl die Entfernung der Cuticula, als auch die der ganzen obersten Schicht ein Verschwinden der Imbibitionskrümmungen in dem übrigbleibenden Theil zur Folge. Die oberste Schicht für sich allein lässt gleichfalls keine deutlichen Krümmungen erkennen. Als Contractionselement fungirt hier hauptsächlich die zweite, sodann die dritte Schicht, von aussen gerechnet, vielleicht auch die oberste Schicht in ihrem inneren Theil, während Sitz

des Widerstandes die Cuticula, möglicherweise überdies ein ihr angrenzender Theil der übrigen Aussenwand ist. Die untere Epidermis und das über ihr liegende zarte Gewebe beeinflussen die Krümmungen nur in sehr geringem Masse, indem sie schwachen Widerstand leisten.

2. *Telephium Imperati* (Taf. II, Fig. 9):

Die Zähne sind in trocknem Zustande aufgerichtet oder sehr schwach nach aussen gekrümmt, im feuchten Zustande sehr stark nach aussen gekrümmt. Die oberste Schicht des Zahnes besteht aus längsgestreckten, nur in der Umgebung des Griffelgrundes isodiametrischen Zellen, deren Aussenwand sehr stark verdickt ist, Poren nicht erkennen lässt und Spuren von Verholzung (gelblichrothe Färbung durch Phloroglucin und Salzsäure) aufweist. Die Radialwände und die Innenwände sind zart. Die nächstfolgende Schicht setzt sich gleichfalls aus längsgestreckten, in der Umgebung des Griffels kürzeren Elementen zusammen, deren Wände jedoch untereinander annähernd gleich dick, von zahlreichen quergestellten Porenspalten durchsetzt und stark verholzt sind. Alle übrigen Gewebe sind zartwandig und unverholzt.

Das Contractionsgewebe dürfte hier in der zweiten, das Widerstandsgewebe in der obersten Schicht zu suchen sein. Ein genauerer experimenteller Nachweis dieser Auffassung gelang nicht, da die beiden obersten Lagen sehr fest mit einander verbunden sind. Doch ist es sehr wahrscheinlich, dass die Aussenwand der obersten Schicht etwas cutinisirt und daher wenig quellbar ist.

b. Achse der Imbibitionskrümmung parallel der Längsachse der Frucht.

Die hierher gehörigen Früchte werden beim Aufspringen sehr tief, bei *Montia* und *Polycarpon* bis fast zum Grunde gespalten. Die Ränder jeder Klappe rollen sich beim Austrocknen nach der Mittellinie zu ein. Gleichzeitig geht die Mittellinie der Klappe aus ihrer convex gekrümmten Lage in eine gerade oder schwach convex gekrümmte über, mit anderen Worten, die vorher sich berührenden und die Frucht verschliessenden Klappen spreizen nunmehr.

I. Seitenwände der obersten Schicht gerade.

Polycarpon tetraphyllum. (Taf. II, Fig. 10 u. 11.)

Die Elemente der obersten Lage sind längsgestreckt (nur in zwei sehr kleinen Regionen, deren eine an der Spitze, deren andere am Grunde der Klappe liegt, isodiametrisch bis radial gestreckt), ihre Aussenwände sehr stark verdickt, die Radial- und Innenwände zart. Die Aussenwände zeigen folgenden eigenthümlichen Bau: Zu oberst liegt eine starke, an den Zellgrenzen leistenförmig nach innen eindringende unverholzte Lamelle, welche sich durch Chlorzinkjod gelb färbt und aussen von einem sehr feinen Häutchen, der eigentlichen Cuticula, bedeckt wird. Die nächstfolgende Lamelle ist verholzt und entsendet nach innen senkrecht zur Längsachse gestellte, unter einander parallele, über die ganze Zellbreite ausgedehnte Leisten; die diese Leisten ver-

bindenden Theile der verholzten Lamelle haben eine sehr geringe Dicke. Im übrigen sind die zwischen jenen Leisten gelegenen Theile der Wandung unverholzt und stimmen in ihrem Verhalten gegen Reagentien ungefähr überein mit dem oberen Theil der dritten Lamelle, deren gleichfalls leistenförmige Fortsätze sie bilden. Die in einander greifenden Fortsätze der zweiten und dritten Lamelle bedingen somit eine ausgeprägte Streifung eines Theiles der Aussenwand. Die dritte Lamelle besitzt ohne ihre Fortsätze ungefähr den dritten Theil der Dicke der gesammten Aussenwand. Durch Chlorzinkjod wird sie in ihrem unteren, deutlich geschichteten Theil schwach bläulich, weiter oben gar nicht gefärbt. Die Leisten der verholzten Lamelle der Aussenwand setzen sich seitlich nach unten in die Radialwände hinein fort. Tüpfel wurden nirgends bemerkt. In einer schmalen Zone an den Klappenrändern fehlen den Wandungen der obersten Schicht jene Eigenthümlichkeiten. Sie sind gleichmässig verholzt. Die auf die oberste Schicht folgenden Gewebe sind zart und unverholzt. Nur an den Rändern der Klappe verläuft unmittelbar unter der obersten Schicht ein Strang derbwandiger, verholzter, prosenchymatischer Zellen.

II. Zellgrenzen in der obersten Schicht (wenigstens aussen) wellig oder zickzackförmig verlaufend (nur an den Rändern und zuweilen im unteren Theil der Klappe geradlinig oder schwach wellig).

1. Zellen der obersten Schicht hoch, Wellung ihrer Radialwände von aussen nach innen abnehmend. Das auf die oberste Schicht folgende Gewebe zart und unverholzt.

Montia minor (Taf. II, Fig. 12). *Claytonia sibirica.*

Bei *Montia* setzt sich die oberste Schicht aus längsgestreckten (ausgenommen die beiden kleinen Regionen am Grunde und der Spitze der Klappe; vgl. *Polycarpon*) und verholzten Zellen zusammen. Die Radialwände verlaufen in ihrem äusseren Theile in steilen Wellen. Diese werden nach innen zu immer sanfter, um sich schliesslich ganz oder fast ganz zu verlieren, so dass die Radialwände in ihrem innersten Theile gerade oder fast gerade verlaufen. Hier sind sie annähernd gleichmässig, in ihren äusseren Partieen dagegen vorwiegend an den Gipfeln der Wellen verdickt. Die Aussenwände bleiben in ihrer Dicke hinter den stärkeren Theilen der Radialwände zurück, abgesehen von kurzen Verdickungsleisten, welche auf ihrer Aussenseite auftreten, meist quergestellt sind und je zwei sich gegenseitig nähernde Wellengipfel der Radialwände verbinden. Am zartesten sind die Innenwände. Eigentliche Tüpfel wurden nirgends gefunden. *Claytonia* weist im Bau ihrer Frucht grosse Aehnlichkeit mit *Montia* auf.

2. Zellen der obersten Schicht niedrig, ihre Radialwände in allen Theilen zickzackförmig verlaufend.

Calyptridium Parryi, Calandrinia Menziesii.

Bei *Calyptridium* ist die Verholzung der die oberste Schicht bildenden Zellen eine sehr schwache, und eine äussere, deutlich

begrenzte Lamelle der Aussenwand ist ganz unverholzt. Bemerkenswerth ist das Auftreten zerstreuter, feiner quergestellter Porenspalten in der Innenwand. Die Aussenwand ist ungetüpfelt. Die für *Montia* und *Claytonia* charakteristischen Verdickungsleisten fehlen hier ebenso wie bei *Calandrinia*. Auf die oberste Schicht folgt zartes, unverholztes Gewebe, dessen Elemente gerade verlaufende Radialwände besitzen. Die untere Hälfte der Frucht ist viel zarter gebaut als die obere, und die oberste Schicht zeigt in diesem Theile gerade oder annähernd gerade Seitenwände, während bei *Montia* und *Claytonia* vom Grunde bis zur Spitze der Frucht annähernd derselbe Bau herrscht oder höchstens die Wellungen der Seitenwände der obersten Schicht gegen den Grund der Klappe schwächer werden.

Bei *Calandrinia* wird die Höhe der obersten Lage von der der beiden nächstfolgenden übertroffen. Auch ihre Tangentialwände sind schwach verbogen. Die Aussenwände besitzen die stärkste Verdickung, werden von zahlreichen feinen, quergestellten Porenspalten durchsetzt und färben sich mit Phloroglucin und Salzsäure grösstentheils gelblich roth. Seiten- und Innenwände erscheinen nach Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure trüb rosafarben. Sie gleichen in ihrem chemischen Verhalten den Wandungen der beiden nächstfolgenden Schichten, welche sämmtlich verbogen sind und strichförmige, meist quergestellte Poren aufweisen. Die Radialwände verlaufen jedoch nicht zickzackförmig wie in der obersten Lage, sondern sanft wellenförmig. Die Höhe der zweiten Schicht übertrifft die der dritten. Die auf die letztere folgenden Gewebe sind zart und unverholzt. Die vorstehend beschriebene anatomische Structur kommt nur dem oberen Theil des Zahnes zu. In den unteren zwei Dritteln sind sämmtliche Wände gerade oder höchstens schwach verbogen und ausserdem ziemlich zart.

Nachdem ich nunmehr den anatomischen Bau derjenigen unter den von mir untersuchten Früchten, deren Klappen Imbibitionskrümmungen um eine der Längsachse der Frucht parallele Achse unterworfen sind, beschrieben habe, will ich versuchen, eine Erklärung des Zusammenhanges zwischen jener anatomischen Structur und den Imbibitionsbewegungen zu geben.

Es seien zunächst *Montia* und *Claytonia* betrachtet. Die Hauptursache der Krümmungen dürfte darin liegen, dass die Radialwände in ihrem äusseren Theil steil wellenförmig verlaufen, in ihrem inneren dagegen annähernd gerade sind. Denn hierdurch kommt, zumal die Zellen längsgestreckt sind, im innern Theil der Radialwände ein längsgerichtetes, in deren äusserem Theil ein überwiegend quergerichtetes, nur in den kleinen Regionen der Wellengipfel gleichfalls längsgerichtetes Streichen der Schichten zu Stande. Es muss daher beim Austrocknen der innere Theil der Radialwände hauptsächlich in der Quer-, der äussere hauptsächlich in der Längsrichtung schrumpfen. Da nun gerade diejenigen äusseren Theile der Radialwände, welche ihre Schichten quer stellen, die geringste Verdickung aufweisen, gewinnt die

Schrumpfung der inneren Theile die Oberhand und die äusseren, quergestellten werden convex verbogen.

Bei *Calandrinia* und *Calyptridium* sind die Radialwände der äussersten Schicht in den inneren Theilen ebenso wie in den äusseren zickzackförmig verbogen, während die der nächstfolgenden Schichten höchstens schwache Wellungen aufweisen. Somit ergiebt sich hier ein ähnlicher Gegensatz im Verlauf der Radialwände zwischen verschiedenen Zellschichten, wie ihn *Montia* und *Claytonia* zwischen äusseren und inneren Theilen derselben Schicht erkennen liessen. Die künstliche Isolierung der äussersten Schicht von *Calyptridium* hat ein Aufhören der quergerichteten Krümmungen zur Folge. Jedoch sind bei *Calandrinia* an der künstlich isolirten äussersten Schicht ähnliche, wenn auch schwächere Krümmungen wahrzunehmen als am unversehrten Zahne. Die Orientirung der in der Aussenwand vorhandenen Porenspalten und die, sowohl an der unversehrten Klappe als auch an der isolierten obersten Schicht beim Austrocknen wahrnehmbaren, schwachen Concavkrümmungen in der Längsrichtung führt zu der Annahme, dass die Aussenwand sich beim Austrocknen in der Längsrichtung verkürzt. Deutlich beobachten konnte ich eine derartige Verkürzung allerdings nicht. Findet sie aber statt, so muss sie zur Folge haben, dass die Winkel, welche die Radialwände bei ihrem zickzackförmigen Verlauf bilden, spitzer zu werden suchen. Hierdurch entsteht aber ein quergerichteter Zug, gegen welchen die Aussen- und Innenwände Widerstand leisten. Da nun die Innenwände sich offenbar weniger zusammenziehen als die Aussenwände, erfolgt die in Rede stehende Verbiegung. In dieser Weise lassen sich wohl die Krümmungen in der künstlich isolirten obersten Schicht bei *Calandrinia* erklären. Derartige Vorgänge könnten auch bei *Montia* und *Claytonia* eine Rolle spielen, zumal die Radialwände innen anders verlaufen als aussen. Indessen vermochte ich auch in diesen Fällen keine deutliche Contraction der Aussenwand zu beobachten.

Polycarpon: Die Aussenwand zeigt die stärksten vom Wassergehalt abhängigen Volumveränderungen in ihrem inneren, unterhalb der Endigungen der verholzten Leisten gelegenen Theile. Dies ist namentlich an Querschnitten unter dem Mikroskop deutlich zu beobachten. Die bei Wasserverlust stattfindende Normalschrumpfung der Schichten, welche hier vorwiegend parallel zur Innenwand streichen, stösst in der Nähe der Mittellamellen auf den grössten Widerstand, auf den geringsten aber innerhalb der längsverlaufenden Mediane der Zelle. So wird in ähnlicher Weise, wie dies Steinbrinck (vgl. diesen l. c.) für *Dianthus* nachgewiesen hat, ein Zug auf die dünnen Radialwände ausgeübt, der ein Convergiren derselben nach innen und eine Einstülpung der Innenwände herbeiführt. Die auf solche Weise entstehende Krümmung wird vielleicht noch dadurch unterstützt, dass die im äusseren Theil der Aussenwand auftretenden verholzten und quergestellten Leisten vermöge besonders geringer Quellbarkeit als

Widerstandselemente gegenüber der Tangentialschrumpfung der inneren Schichten wirken.

Anhang.

An dieser Stelle soll kurz auf einige mit mehr oder weniger ausgedehnten Längsspalten aufspringende Früchte eingegangen werden, an denen nur geringe, mitunter überdies in ihrer Richtung schwankende, oder gar keine Imbibitionsbewegungen wahrnehmbar sind. Oft ist auch ihr anatomischer Bau von dem der bisher betrachteten Früchte erheblich verschieden:

Portulacaceae.

A) Zellen der obersten Schicht mit geraden Seitenwänden und von durchschnittlich gleichem (wenigstens in der oberen Fruchthälfte) Längs- und Querdurchmesser.

a) Diese Zellen überall isodiametrisch, Aussenwände getüpfelt, erheblich stärker als die übrigen:

Talinum patens.

b) Elemente der obersten Schicht in der oberen Kapselhälfte radial gestreckt. Aussen- und Seitenwände gleich stark, Innenwände viel schwächer. Deutliche Tüpfel fehlen:

Grahamia bracteata.

In beiden Fällen sind die auf die oberste Schicht folgenden Zellen im Vergleich zu jener sehr schwachwandig, die oberen unter ihnen, allerdings mit etwas derberen (bei *Grahamia* auch punktförmig getüpfelten und leicht verholzten) Wänden versehen, als die weiter nach innen gelegenen, die überdies stärker zusammengeschrumpft sind. Die Verholzung der Wände in der obersten Lage ist eine sehr schwache. Die in den Aussenwänden bei *Talinum* auftretenden Poren erscheinen zwar oft al quergestellte Spalten, kommen aber ebenso häufig in anderer Gestalt und Orientirung vor. Während die Elemente der äussersten Schicht bei *Talinum* in der unteren Fruchthälfte zwar weniger derbwandig sind als in der oberen, im übrigen jedoch sich wenig unterscheiden, sind sie bei *Grahamia* dort vor allem durch ihre Längsstreckung ausgezeichnet.

B) Zellen der obersten Schicht vorwiegend längs gestreckt, mit gewellten, nur an den Klappenrändern mit geraden Seitenwänden.

a. Klappen der Frucht sich von oben nach unten lösend:

Spraguea umbellata.

Die Frucht schon in jungem Zustande leicht in 2 Klappen spaltbar, in der unteren Hälfte sehr zart, in der oberen die Aussen- und Seitenwände der obersten Schicht etwas verdickt und sehr schwach verholzt, alle übrigen Zellwände zart. Tüpfel wurden nicht beobachtet.

b. Fruchtklappen sich von unten nach oben lösend:

Lewisia rediviva.

Besondere Beachtung verdienen die Wandverdickungen der obersten Schicht, ringförmige, quergestellte Leisten, die ziemlich weit von einander entfernt, deutlich verholzt und auf Aussen-, Seiten- und Innenwänden nahezu gleich stark sind. Das gesammte übrige Gewebe setzt sich aus zartwandigen Elementen zusammen.

Caryophyllaceae.

1. Fruchtgewebe durchweg sehr zart:

Merckia physodes.

2. Oberste Schicht wenigstens in der oberen Fruchthälfte derbwandig, meist mehr oder weniger verholzt; das ganze übrige Gewebe zart:

Lepyrodiclis cerastioidis. Queria hispanica. Alsinodendron trinerve. Brachystemma calycinum.

Bei *Lepyrodiclis* besteht kein deutlicher Unterschied zwischen oberem und unterem Theil der Frucht, bei den übrigen ist der obere derber. Nur dieser letztere wird im Folgenden Berücksichtigung finden. Gerade Seitenwände der obersten Schicht charakterisiren *Lepyrodiclis*, *Alsinodendron*, *Brachystemma*, und die Klappenränder bei *Queria*, der im übrigen gewellte Radialwände eigenthümlich sind. Der Querdurchmesser der in Rede stehenden Zellen steht bei *Alsinodendron* der Höhe nach; Höhe und Längsdurchmesser unterscheiden sich hier wenig oder gar nicht, während sonst der letztere ganz entschieden überwiegt, abgesehen etwa von einer winzigen Region an der Zahnspitze, woselbst ein Ausgleich stattfindet. Ueberwiegende Verdickung der Aussenwände zeigen *Queria* und namentlich *Alsinodendron*, starke Radialwände fallen an *Brachystemma* und namentlich *Lepyrodiclis* auf. *Lepyrodiclis* lässt jede Andeutung von Poren vermissen, *Queria* zeigt vereinzelt in Flächenansicht bald punkt- bald quer-strichförmig erscheinende Tüpfel in der Aussenwand, *Brachystemma* deutliche Querspalten in den Radialwänden, *Alsinodendron* zahlreiche kleine Querspalten in den Aussenwänden. Die Verholzung ist bei *Lepyrodiclis* weit stärker als bei den übrigen.

3. Unter der obersten Schicht noch andere derbwandige, mehr oder weniger verholzte Zellen.

a) Aeusserste Schicht keine Emergenzen bildend. Innerste Schicht durchweg unverholzt.

Spergula arvensis. Spergularia media.

Wir betrachten nur den stärker gebauten oberen Theil der Frucht. In der obersten Schicht sind Höhe und Längsdurchmesser der Zellen wenig von einander verschieden, nur in der Spitze des Zahnes überwiegt die erstere. Der Querdurchmesser wird meist von der Höhe übertroffen.

Bei *Spergularia* ist die Aussenwand beträchtlich stärker als die übrigen Wandungen, lässt indess keine deutlichen Poren erkennen; die Radialwände sind gerade. *Spergula* dagegen weist auf den Aussen- und den etwas geringer verdickten Seitenwänden sehr deutliche quergestellte Porenspalten auf; welche sehr breit sind, und so die verdickten Theile der Wandung leistenähnlich erscheinen lassen; die Radialwände sind gewellt.*) *Spergularia* zeigt eine geringere Verholzung der obersten Schicht, als *Spergula*. Die zweite Schicht, von aussen gerechnet, setzt sich bei *Spergula* an den Rändern und der Spitze des Zahnes, hie und da auch an anderen Stellen, aus gerad- und derbwandigen, längsgestreckten bis isodiametrischen (in der Zahnspitze) Elementen zusammen, die deutliche quergestellte Porenspalten erkennen lassen, und ist im übrigen zart. Die auf die oberste Schicht folgenden derbwandigen Gewebe stellen somit theils randständige, übrigens ziemlich unregelmässig begrenzte Streifen dar, die an der Spitze verschmelzen, theils isolirte Nester. An der Zahnspitze treten auch in der dritten Schicht hie und da dickwandige Zellen auf. Ganz ähnlich verhalten sich die unter der äussersten Schicht gelegenen dickwandigen Elemente bei *Spergularia*, nur sind ihre Tüpfel punktförmig, ihre Seitenwände in den mittleren

*) Die Frucht von *Spergula* erinnert durch den Bau ihrer obersten Schicht an *Montia*, besonders durch die leistenförmigen Verdickungen der Aussenwand und die Wellung der Radialwände. Diese Wellung ist jedoch schwächer als bei *Montia* und im äussern und innern Theil jeder Zelle ziemlich gleichmässig ausgebildet. Die Verdickungsleisten der Aussenwand ragen bei *Spergula* weiter in das Lumen und setzen sich seitlich, nach innen allmählich abnehmend, in die Radialwände fort. Daher ergiebt sich für die Querkrümmung nach innen (die an den Fruchtklappen von *Spergula* neben der Längskrümmung nach aussen beim Austrocknen eintritt) eine andere Erklärung (vgl. Steinbrinck, l. c. p. 216) als bei *Montia*.

Theilen des Zahnes gewellt; endlich treten sie an der Zahnspitze nicht selten in 3 Schichten auf.

b) Aeusserste Lage Emergenzen bildend. Innerste an den Zahnrändern aus derbwandigen verholzten Zellen bestehend:

Alsine laricifolia.

Die Emergenzen kommen nur im oberen Theile, etwa im obersten Viertel, der Frucht vor; nur dieses wird nachstehend besprochen. Jene Emergenzen werden dadurch hervorgebracht, dass die längs-faserförmigen Elemente der äussersten Schicht sich an ihren oberen Enden über die Oberfläche des Zahnes gruppenweise erheben, mannigfach verzweigen und eng untereinander verschlingen. Die Wandverdickung dieser Zellen ist, wenn man von der Tüpfelung absieht, ziemlich gleichmässig, die überall häufigen Poren erscheinen vorwiegend als schief gestellte, seltener als quergerichtete Spalten, die Verholzung ist schwach. Die nächstfolgende Schicht besteht aus ebenfalls längs-faserförmigen schwach verholzten mit vorwiegend quergestellten Porenspalten versehenen Zellen. An diese schliessen sich zarte Gewebe, die in der innersten Lage an den beiden Rändern durch 2 Streifen ersetzt werden, deren längs-faserförmige Elemente verdickte, stark verholzte mit punkt- bis längs-strichförmigen Poren versehene Wände haben. Das Vorkommen verholzter Zellen in der innersten Schicht der Fruchtwand beobachtete ich nur an zwei *Caryophyllaceen*, *Alsine laricifolia* und *Scleranthus perennis.*

Primulaceae.

1. Im obersten Theile der Frucht alle auf die unverholzte oberste Schicht folgenden Schichten aus derbwandigen, verholzten Zellen bestehend, deren Wandverdickungsform die der Contractionsgewebe ist:

Cyclamen europaeum.

An der Spitze des Zahnes ist die Kapselwand etwa 13 Schichten stark. Die Wandverdickungen werden gebildet von quergestellten ringförmigen (nur in der untersten Schicht ist die untere Tangentialwand gleichmässig verdickt), ziemlich entfernten Leisten. Die unterste Lage sticht durch ihre geringe Höhe von den zwischen ihr und der obersten gelegenen Elementen ab, ferner dadurch, dass ihre Zellen nicht wie dort längsgestreckt sind, sondern zwischen Längs- und Querdurchmesser kein bedeutender und durchgreifender Unterschied besteht, endlich durch die vorwiegende, gleichmässige Verdickung der Innenwände. Verfolgt man den Bau der Fruchtwand von der Spitze abwärts, so bemerkt man, dass die derbwandigen, verholzten Elemente sich mehr und mehr auf den inneren Theil der Fruchtwand beschränken, im äusseren aber durch zarte unverholzte Gewebe ersetzt werden. Schliesslich behält nur die innerste Schicht die Eigenschaften, welche sie im oberen Theil der Frucht hat, einigermassen bei.

2. Im obersten Theile der Frucht nur die unterste Schicht aus dickwandigen verholzten Zellen bestehend, deren Wandverdickungsform die der Widertandsgewebe ist. Alles sonstige Gewebe zart und unverholzt:

Hottonia palustris.

Die verholzten Zellen sind ziemlich hoch, aber durchaus längs gestreckt und an den Enden zugespitzt, vorwiegend an den Seiten- und Innenwänden verdickt. An den ersteren finden sich zahlreiche punktförmige oder schiefspaltenförmige Poren. Jene Zellen reichen nicht ganz bis an den Griffel heran, sondern ein wenig unterhalb des letzteren tritt plötzlich zartes unverholztes Gewebe an ihre Stelle. In dieser Gegend erreichen die verholzten Elemente ihre grösste Wandverdickung, während dieselbe im mittleren und unteren Theile der Frucht viel geringer ist.

Plumbaginaceae

Im oberen Theil der Frucht sind die am stärksten verdickten Wände die Aussenwände der äussersten Schicht: *Plumbago europaea. Plumbagella micrantha. Vogelia pendula.*

Der untere (grössere) Theil der Frucht besteht aus längsgestreckten zartwandigen Elementen; höchstens die Aussenwände der äussersten Schicht

sind etwas derber. Die Elemente der letzteren beginnen etwas oberhalb der Mitte der Frucht rasch an radialer Ausdehnung zuzunehmen, und erreichen bald eine gewisse, den Quer- und Längsdurchmesser übertreffende Höhe, welche schliesslich — ungefähr im obersten Viertel — erhalten bleibt, abgesehen von der äussersten Spitze und den Rändern, woselbst die äusserste Schicht sehr niedrig ist. Das Verhältniss zwischen Längs- und Querdurchmesser der Zellen der obersten Schicht ist bei *Vogelia* derartig, dass grösstenrheils der erstere überwiegt, nur in einer kleinen Region an der Spitze beide sich durchschnittlich gleichen; das letztere gilt auch für *Plumbagella*, doch schliesst sich hier nach unten zunächst eine Zone an, in welcher die Ausdehnung in der Querrichtung grösser ist. Bei *Plumbago* überwiegt an der Spitze, besonders in der Nähe der Mittellinie, der Längs- über den Querdurchmesser, weiter unten findet zunächst ein Ausgleich zwischen beiden statt. Wie schon erwähnt, sind die Aussenwände stärker verdickt als Radial- und Innenwände, welche ziemlich schwach bleiben. Weitaus die schwächsten Aussenwände zeigt unter den 3 Arten *Plumbago*. Die Poren sind vorwiegend spaltenförmig, und zwar bei *Vogelia* und *Plumbago* auf den Seiten und Innenwänden meist quergestellt, in den Aussenwänden aber ganz verschieden orientirt; nur bei *Plumbagella* herrschen auch dort quer orientirte Porenspalten. Deutlich verholzte Aussenwände sind *Vogelia*, mehr cutinisirte *Plumbagella* und *Plumbago* eigen. *Plumbagella* unterscheidet sich von den beiden anderen Arten besonders durch folgende Eigenthümlichkeit: Während dort unter der äussersten Schicht Zellen von auffallender Wandverdickung nicht mehr vorkommen, folgt hier zwar an den Rändern zartes Gewebe, in einer mittleren Zone aber ein ein- bis zweischichtiges Bündel von dickwandigen faserförmigen verholzten Zellen ohne deutliche Tüpfelbildung, der Gestalt des Zahnes entsprechend von der Spitze nach unten an Breite zunehmend.

2. Im oberen Theil der Frucht zeigen die stärkste Wandverdickung die Radialwände der zweitobersten Schicht:

Aegialitis annulata.

Die Frucht dieser Pflanze soll nach Bentham und Hooker (Genera *Plantarum*. 2. p. 624) bald geschlossen bleiben, bald an den Kanten aufspringen, bildet somit ein Uebergangsglied zu den Schliessfrüchten. Zu oberst liegt eine Epidermis, gebildet von längsgestreckten, in der Fruchtspitze isodiametrischen Zellen, deren Aussenwände etwas verdickt und unverholzt, deren Innen- und Seitenwände schwach sind. Die letzteren zeigen im oberen Theil der Frucht Spuren von Verholzung. Auf die Epidermis folgen dickwandige, stark verholzte Elemente, deren radiale Wände die übrigen an Stärke ein wenig übertreffen. Ihr Querdurchmesser ist stets geringer als der Längsdurchmesser, der im weitaus grössten Theile der Frucht auch die Höhe übertrifft. In der Nähe der Spitze ist die Höhe beträchtlicher als anderswo, so dass eine radiale Streckung dieser Zellen zu Stande kommt, die in dieser Region oft durch eine tangentiale Wand getheilt werden, wodurch dann dieses Gewebe stellenweise zweischichtig ist. Dicht am Griffelgrund findet wieder eine Höhenabnahme statt. Die Poren haben nur hin und wieder die Form quergestellter Spalten, meist bilden sie Kanäle von der bekannten gewöhnlichen Beschaffenheit. Auf die verholzten Elemente folgen nach innen zunächst wenige zarte unverholzte Zelllagen, sodann ein vielschichtiges Bündel prosenchymatischer, verholzter, aber nicht sehr dickwandiger, mit schiefen Porenspalten versehener Zellen. Dieses Bündel lässt jedoch die Klappenränder frei und wird hier, wie auch auf seiner Unterseite, von zartem Gewebe umgeben; es nimmt von der Spitze der Frucht bis zu deren Mitte an Breite zu und verliert sich hier im zarteren Theile der Frucht.

B.) **mit einem Querriss aufspringende Früchte (Deckelfrüchte).**

a) Deckel anders gebaut als der zurückbleibende Theil der Frucht.

α) Die in der Gegend der Trennungslinie liegenden derbwandigen Zellen tangential senkrecht zu jener gestreckt.

Acanthophyllum sordidum. Drypis spinosa.

Bei diesen Deckelfrüchten erscheint das Geöffnetwerden durch einen Querriss nur wenig begünstigt. Sie stehen gewissen mit Längsrissen aufspringenden Kapseln sehr nahe. Der untere Theil (etwa die untere Hälfte oder die unteren zwei Drittel) wird von zartem, in trockenem Zustande offenbar sehr zerbrechlichem Gewebe gebildet. Im oberen Theil, dem Deckel, besteht die oberste Schicht aus Zellen, deren Aussenwand sehr stark verdickt und verholzt ist und nicht selten quer gestellte Porenspalten erkennen lässt. DieRadial- und Innenwände sind zart. Die Höhe dieser Zellen nimmt vom Rande des Deckels nach oben zu bis dicht an den Griffelgrund, woselbst sie wieder nachlässt. Im unteren Theil des Fruchtdeckels herrscht Längsstreckung, im oberen radiale Streckung der Elemente der obersten Schicht. Gleichheit zwischen Längs- und Querdurchmesser herrscht in der Umgebung des Griffelgrundes, und zwar bei *Acanthophyllum* in einer weit umfangreicheren Region als bei *Drypis*. Bei *Acanthophyllum* sind am Rande des Deckels die Seitenwände gewellt, während *Drypis* durchweg gerade Seitenwände aufweist. Das gesammte auf die oberste Schicht folgende Gewebe besteht aus zartwandigen unverholzten Elementen.

β) Die im Bereich der Trennungslinie liegenden derbwandigen Zellen niemals tangential senkrecht zu jener gestreckt, meist isodiametrisch.

1. *Portulaca oleracea.*

Der zurückbleibende untere Theil der Frucht stellt, morphologisch betrachtet, die Vereinigung des Achsenbechers mit dem Fruchtknoten dar. Er besteht grösstentheils aus zartwandigem unverholztem Gewebe; nur in der Nähe seiner inneren Oberfläche findet sich eine Schicht, die sich aus verholzten, ein wenig derbwandigen Zellen zusammensetzt, deren längsgestellte Radialwände quer-strichförmige Poren zeigen. Diese Schicht ist als die oberste des eigentlichen Fruchtknotens zu betrachten.

Der Deckel besteht in seinem oberen, zur Zeit der Reife stark zusammengedrückten Theile aus zartem unverholztem Gewebe, weiter abwärts setzt sich die oberste Schicht aus verholzten derbwandigen Zellen zusammen, während die darunter liegenden Gewebe sich verhalten wie im obersten Theile. Die Elemente der obersten Schicht sind an allen Wänden annähernd gleich verdickt, auf den Aussenwänden nicht, auf den Radialwänden stark getüpfelt, wobei die Tüpfel häufig in Form von Querspalten auftreten. Unter diesen Zellen lassen sich 2 räumlich geschiedene Formen unterscheiden. Diejenigen, welche dem nach aussen gekrümmten schmalen Deckelrande angehören, sind isodiametrisch oder quer gestreckt und beträchtlich höher als die übrigen ausgesprochen längsgestreckten.

2. *Statice Limonium.*

Der untere, grösste Theil (der Länge nach etwa $^2/_3$) der Frucht besteht aus zartem, unverholztem, in trockenem Zustande sehr zerbrechlichem Gewebe. Hieran schliesst sich eine an den Deckel grenzende Zone, deren oberste Schicht sich aus eigenthümlichen, abgeplatteten, in der Längs- und Querrichtung etwa gleich ausgedehnten Zellen zusammensetzt, deren verdickte unverholzte Aussenwand kegelförmig nach oben ausgezogen und an der Spitze des Kegels anscheinend durchbohrt ist. Die anderen Wände sowie die auf die oberste Schicht folgenden Gewebe sind zart. Der Deckel ist ganz von zartem Gewebe erfüllt. Seine oberste Schicht besteht aus schwach verholzten, hauptsächlich an den völlig flachen Aussenwänden verdickten Zellen, auf deren längsgestellten Radialwänden quer gerichtete Porenspalten vorkommen. Diese Zellen sind am Rande des Deckels isodiametrisch bis quer gestreckt, weiter oben längs gestreckt.

γ) Die im Bereich der Trennungslinie liegenden derbwandigen Zellen theilweise tangential senkrecht zu jener gestreckt (unterste Schicht,) theilweise radial gestreckt oder isodiametrisch (oberste Schicht):

Acantholimon Pinardi. Goniolimon tataricum.

Bei *Acantholimon* wird der untere, weitaus grösste Theil der Frucht von zartwandigen Zellen gebildet. Von der Mitte an aufwärts bis zum Deckel sind die Aussenwände der obersten Schicht papillenartig nach aussen gewölbt. Der Deckel selbst, dessen Grenze übrigens nicht sehr scharf ist, besitzt folgenden Bau: Die Aussenwände der obersten Schicht sind flach, nicht nach aussen gewölbt, verdickt wie, wenn auch in geringem Maasse, die Radialwände, ferner gleich den letzteren durch deutliche quer gestellte Porenspalten ausgezeichnet. Die Zellform ist in der Trennungsregion durch das Ueberwiegen des Querdurchmessers über den Längsdurchmesser, welche beide von der Höhe übertroffen werden, weiter oberhalb durch Längsstreckung charakterisirt. Ferner ist der Deckel ausgezeichnet durch die derbe Beschaffenheit der untersten Schicht. Die Wandverdickung ist hier bei ein und derselben Zelle an allen Wänden nahezu gleich. Zwischen der obersten und untersten Schicht, die übrigens beide unverholzt sind, liegen zarte Gewebe, welche besonders deutlich an den flügelartig vorspringenden Längskanten des Deckels, wo sie die Gefässbündel enthalten, zu erkennen, an den übrigen Theilen stark zusammengefallen sind.

Von *Acantholimon* weicht *Goniolimon* im Bau der Frucht nur unbedeutend ab. Der Deckel ist kleiner und noch undeutlicher gegen den unteren Theil der Frucht abgegrenzt.

b) Deckel ebenso gebaut wie der zurückbleibende Theil der Frucht. Die im Bereich der Trennungslinie liegenden derbwandigen Zellen in der Richtung jener gestreckt.

Anagallis arvensis.) *Centunculus minimus.*

Die unterste Schicht der Fruchtwand ist derb und verholzt, die wenigen darüberliegenden Schichten sind zart, unverholzt und geschrumpft. Jene besitzt im Bereich der Trennungslinie eine eigenartige Beschaffenheit, indem sie zu einem Trennungsgewebe ausgebildet ist. Die gerad- und dickwandigen verholzten Zellen dieses Trennungsgewebes sind nämlich ausgesprochen in der Richtung gestreckt, in welcher der Riss stattfindet; den geringsten Durchmesser besitzen sie in der Längsrichtung (auf die ganze Frucht bezogen). Sie bilden 2—3 Reihen. Ausserhalb des Trennungsgewebes sind die Elemente der untersten Schicht bei *Anagallis* annähernd isodiametrisch, bei *Centunculus* in radialer Richtung abgeplattet, ferner dort vorwiegend an den oberen Tangentialwänden, und zwar netzförmig, verdickt und mit geraden oder sehr schwach verbogenen Radialwänden versehen, hier vorherrschend an den unteren Tangentialwänden verdickt und durch stark gewellte Radialwände ausgezeichnet. Bei *Centunculus* ist auch die Verholzung der untersten Schicht ausserhalb des Trennungsgewebes viel geringer als in diesem.

C.) Nicht aufspringende oder unregelmässig zerreissende Früchte.

Portulacaceae.

*Monocosmia monandra.***) *Portulacaria afra. Hectorella elongata.*

Bei *Monocosmia* ist die oberste Schicht in der oberen Fruchthälfte aus langgestreckten, an den äusseren und radialen Wänden schwach verdickten und andeutungsweise verholzten Zellen zusammengesetzt, alles übrige Gewebe zart und unverholzt. Die beiden letzteren Eigenschaften kommen dem gesammten Fruchtgewebe der beiden anderen Arten zu. *Hectorella* verdient besondere Beachtung dadurch, dass das Fruchtgewebe zur Zeit der Reife stark zerstört ist, so dass die Samen unbedeckt zwischen den Blättern stecken. In jüngeren Zuständen enthält es zerstreute, durch ihre Grösse auffallende, kugelige Zellen. die Krystalle, hier und da vielleicht Schleim enthalten.

Caryophyllaceae.

a. Oberste Schicht unverholzt, mit schwach verdickter Aussenwand, darunter eigenartig gestaltete Krystallbehälter mit verholzter Wandung und hierauf zartes unverholztes Gewebe.

Paronychia capitata.

Die Aussenwände der obersten Schicht wölben sich im oberen Theil der Frucht papillenartig nach aussen. Interessant ist der Bau der Krystallbehälter. Dieselben haben sich aus längsgestreckten, spindelförmigen Zellen in der Weise entwickelt, dass jede derartige Zelle sich durch radiale senkrecht zur Längsachse gestellte Wände in eine Reihe von Tochterzellen zerlegte und diese letzteren hier und da wieder durch tangentiale Wände gefächert wurden. Diese Entstehungsweise ist an der reifen Frucht noch sehr gut zu erkennen, zumal die Wände der spindelförmigen Mutterzelle die innerhalb derselben auftretenden an Dicke beträchtlich übertreffen. Jene

---

*) Das Gewebe der Fruchtwand wird von Leclerc (l. c.) fälschlich als einschichtig bezeichnet.

**) Die Frucht von *Monocosmia monandra* wird in Bentham und Hooker, Genera Plantarum, und in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ als zweiklappig aufspringend bezeichnet. Mir machte sie den Eindruck einer Schliessfrucht, da sie sich auch beim Vorhandensein reifer Samen nicht in Klappen theilen liess.

Kammern enthalten je einen würfelförmigen bis vierseitig prismatischen Krystall von oxalsaurem Kalk. An Längsschnitten beobachtet man häufig mehrere derartige Krystalle in einer Kammer, die aber wahrscheinlich erst beim Schneiden durch Zertrümmerung eines einzigen entstanden sind, da Flächenansichten immer nur einen Krystall in jeder Kammer zeigen.

b. Die 3—4 obersten Schichten derbwandig mit stark gewellten Wänden, die übrigen zart.

Corrigiola littoralis.

Die Wandverdickung der derbwandigen Schichten geht beinahe bis zur Verdrängung des Lumens. Ihre Höhe nimmt von aussen nach innen ab. Durch Phloroglucin und Salzsäure werden ihre Wände nicht gefärbt.

c. Im oberen Theile der Frucht werden durch schmale vom Griffelgrund abwärts verlaufende Streifen zarten Gewebes, ebenso viele in Flächenansicht als Dreiecke erscheinende Partien von derberer Beschaffenheit von einander abgegrenzt. Die oberste Schicht besteht hier aus längsgestreckten, spindelförmigen, derbwandigen, verholzten Zellen. Auf diese Schicht folgen im unteren Theile der derben Partien noch zwei Lagen von derselben Beschaffenheit, welche nach oben allmählich in zartes Gewebe übergehen.

Scleranthus perennis.

Die beiden obersten unter den derben Schichten lassen zahlreiche quergestellte Porenspalten erkennen, während in der dritten Schicht gewöhnlich schiefe Porenspalten auftreten. Die Wanddicke ist gleichmässig auf alle Wände ein und derselben Zelle vertheilt. Die Wände der dritten Schicht sind oft etwas dünner als die der beiden anderen. Auf diese dickwandigen Elemente folgt zartes, unverholztes Gewebe bis auf die innere Epidermis, deren innere Wand schwach verdickt und in der Zone, in welcher die mechanischen Zellen am reichlichsten auftreten, leicht verholzt ist. Letzteres sei besonders hervorgehoben, weil eine Verholzung der inneren Epidermis bei den *Caryophyllaceen*-Früchten selten zu sein scheint und von mir ausser an *Scleranthus* nur an *Alsine* beobachtet wurde. Der untere (grössere) Theil der Frucht wird von sehr zartem Gewebe gebildet und ist gegen den vorstehend beschriebenen scharf abgesetzt.

d. Oberste Schicht aus prismatischen, radial gestreckten Zellen gebildet, die hauptsächlich an den Aussenwänden verdickt und daselbst schwach verholzt sind. Im übrigen ist das Fruchtgewebe zart und unverholzt bis auf eine winzige Region am Griffelgrunde, woselbst in der zweitobersten Lage derbwandige, verholzte Elemente auftreten.

Cucubalus baccifer.

In den Zellen der obersten Schicht besteht ein durchgreifender Unterschied zwischen Längs- und Querdurchmesser nur in der Umgebung des Griffels, woselbst jener hier und da überwiegt. Die Wandverdickung erleidet an den Radial-, weniger deutlich an den Aussenwänden eine Unterbrechung durch quer oder schief gestellte lange Porenspalten. Das zarte Gewebe erreicht eine starke Entwicklung und bedingt so die beerenartige Beschaffenheit der Frucht.

e. Das gesammte Fruchtgewebe zart und unverholzt, oder die oberste Schicht im oberen Theil der Frucht derb und bisweilen verholzt, dann aber aus längs gestreckten (nur in der unmittelbaren Umgebung des Griffels isodiametrischen) Elementen bestehend. Selten vereinzelte derbwandige und verholzte Elemente in der zweiten Schicht:

Pycnophyllum convexum. Cerdia purpurascens. Sphaerocoma Aucheri. Achyronychia Parryi. Haya obovata. Illecebrum verticillatum. Acanthonychia polycnemoides. Cometes abyssinica. Pteranthus echinatus. Lyallia kerguelensis. Gymnocarpus fruticosus. Anychia dichotoma. Sclerocephalus arabicus. Sipho-

nychia americana. Herniaria glabra. Pollichia campestris. Dysphania plantaginella. Habrosia spinuliflora.

Durch besonders derbe Beschaffenheit der obersten Lage zeichnet sich *Pycnophyllum* aus. *Sphaerocoma* lässt auf den Seitenwänden deutliche quergestellte Porenspalten erkennen, *Achyronychia* auch auf den Aussenwänden. Letztere ist überdies durch das Auftreten vereinzelter derbwandiger und verholzter Elemente in der zweiten Schicht charakterisirt. Die Fruchtwand von *Illecebrum*, *Cerdia* und *Acanthonychia* löst sich sehr leicht in longitudinale Fasern auf.

Ein besonders zartes Fruchtgewebe besitzen *Lyallia*, *Gymnocarpus*, *Anychia*, *Sclerocephalus*, *Siphonychia*, *Herniaria*, *Pollichia*, *Dysphania*. Bei *Gymnocarpus*, *Anychia*, *Sclerocephalus* und *Habrosia* sind die Ausssenwände der obersten Schicht papillen- oder haarartig vorgewölbt; besonders lang und dünn sind diese Ausstülpungen bei *Sclerocephalus*.

Plumbaginaceae.

Armeria elongata.

Die Fruchtwand ist grösstentheils dünn, nur aus wenigen zartwandigen Schichten zusammengesetzt. An der Spitze nimmt sie plötzlich beträchtliche Dicke an und besteht hauptsächlich aus lockerem, zartem, theilweise geschrumpftem oder zerstörtem Gewebe. Nur in der obersten Schicht, welche sich aus längsgestreckten Elementen zusammensetzt, sind die Aussenwände verdickt, aber nicht verholzt.

Lentibulariaceae.
Utricularia vulgaris.

Die unterste Schicht weist im oberen Theile der Frucht stärkere Wandverdickungen auf als alle anderen, und unterscheidet sich von diesen überdies durch die Verholzung ihrer Zellwände. Ihre Elemente sind in der Längs- und Querrichtung durchschnittlich gleich ausgedehnt und in radialer Richtung etwas abgeplattet. Der untere Theil der Frucht besteht ganz aus zartem, unverholztem Gewebe.

Ergebnisse für die Systematik.

Für dieses Gebiet sind die in der Arbeit enthaltenen Untersuchungen insofern von nur geringem Werthe, als sie sich in der Regel nur auf eine Art aus jeder Gattung beziehen. Auch dürfte sich keine unter den hier behandelten Familien nach den anatomischen Merkmalen der Früchte in natürliche Gruppen gliedern lassen. Indessen ergaben sich doch hier und da einerseits interessante Verwandtschaftsverhältnisse, andrerseits eigenthümliche Fälle von Isolirtheit, deren Anschluss an verwandte Typen aufzufinden durch eingehendere Untersuchungen vielleicht gelingen würde.

Wir sehen in den anatomischen Verhältnissen Familiencharaktere zum Ausdruck gelangen bei Fruchtformen, welche hinsichtlich ihrer morphologischen Beschaffenheit und ihrer biologischen Bedeutung Familien gemeinsam sind, zwischen denen keine nähere Verwandtschaft besteht. So lassen sich die Zahnkapseln der *Caryophyllaceae* von denen der *Primulaceae* trotz äusserlicher Aehnlichkeit sehr gut durch anatomische Merkmale unterscheiden. Andrerseits werden häufig biologische und morphologische Verschiedenheiten zwischen Früchten nahe verwandter Gattungen durch gemeinsame anatomische Züge ausgeglichen. Die Schliess- und Deckelfrüchte sind den mit Längsspalten aufspringenden Kapseln verwandter Gattungen in ihrem anatomischen Bau mehr oder weniger ähnlich. Bei den einfach gebauten, ganz aus zartem

Gewebe bestehenden Schliessfrüchten können natürlich keine deutlibhen Beziehungen zu irgend einem Typus der Kapselfrüchte zu Tage treten.

Es soll nunmehr untersucht werden, in wie weit die Anatomie der Frucht Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der einzelnen Familien und der Familien untereinander zum Ausdruck gelangen lässt. Die anatomischen Angaben beziehen sich in der Regel nur auf den oberen Teil der Frucht, mit Ausschluss der äussersten Spitze.

Portulacaceae.

Aus dem anatomisch-physiologischen Theile lässt sich ersehen, dass den *Portulacaceae* Kapselfrüchte mit Zähnen, die sich deutlich oder vorwiegend um eine zur Längsachse der Frucht senkrechte Achse krümmen, fehlen. Indessen zeigt die oberste Schicht häufig Anklänge an eine im Sinne jener Krümmung wirksame Contractionsschicht, eine Erscheinung, in welcher die Verwandtschaft der *Portulacaceae* mit den *Caryophyllaceae* zum Ausdruck gelangt. Derartige Anklänge liegen in der Verdickung und Verholzung der Wände und in der Beschaffenheit der dieselben durchsetzenden Poren. Dieselben treten bei *Portulaca* nur an den Radialwänden, bei *Calyptridium* nur an den Innenwänden, bei *Talinum* und *Calandrinia* am zahlreichsten und deutlichsten in den Aussenwänden auf, sind spaltenförmig und bei *Talinum* unregelmässig orientirt, bei *Portulaca*, *Calandrinia* und *Calyptridium* quergestellt. Auch die ringförmigen Wandverdickungen von *Lewisia* und die quergestellten Verdickungsleisten der Aussenwände von *Montia* und *Claytonia* stellen ja im Grunde nichts Anderes dar, als eine Beschränkung der Wandverdickung durch umfangreiche „quergestellte Porenspalten". Ganz besonders nähern sich *Montia*, *Claytonia* und *Lewisia* der *Caryophyllaceen*-Gattung *Spergula*, worauf ich später noch zurückkomme. Die Frucht von *Calandrinia* besitzt auch in den auf die oberste folgenden Schichten derbwandige, verholzte Elemente, was sonst bei den hier untersuchten *Portulacaceen* nicht vorkommt; möglicher Weise liegt auch darin eine Annäherung an die *Caryophyllaceae*. Mit *Calyptridium* besitzt *Spraguea* grosse Aehnlichkeit im Bau der Frucht. Dieselbe ist indessen von zarterer Wandung; sie öffnet sich zwar gleichfalls, ihre Klappen zeigen jedoch keine deutlichen Krümmungsbewegungen. Bei *Monocosmia* und *Portulacaria* bleibt die Frucht geschlossen, und bei *Hectorella* ist ihr Gewebe so zart, dass es schon vor der Samenreife der Zerstörung anheimfällt.

Vorstehende Ausführungen seien in folgender Weise zusammengefasst und ergänzt:

A. Gruppirung der *Portulacaceen* nach anatomischen Merkmalen der Früchte.

a. In der obersten Schicht des Zahnes (wenigstens im oberen Theil desselben) die Zellen isodiametrisch bis radial gestreckt, ihre Radialwände gerade:

Talinum. Grahamia.

b. Oberste Schicht des Deckels, d. h. des mit der Achse nicht verwachsenen Theiles der Frucht (mit Ausnahme des Randes) aus längsgestreckten, geradwandigen Zellen bestehend:

Portulaca.

c. Zellen der obersten Schicht längsgestreckt, mit wellig oder zickzackförmig verbogenen Seitenwänden.

α. Derbwandige und verholzte Elemente fehlend oder auf die oberste Schicht beschränkt.

1. keine leistenförmigen Wandverdickungen:

Hectorella. Portulacaria. Monocosmia. Spraguea. Calyptridium.

2. Leistenförmige Wandverdickungen in den Aussenwänden der obersten Schicht (Taf. II, Fig. 12):

Montia. Claytonia.

3. Ringförmige Wandverdickungen in der obersten Schicht:

Lewisia.

β. Ausser der obersten Schicht mehrere auf dieselbe folgende derbwandig und verholzt. Keine leistenförmigen Verdickungen:

Calandrinia.

B. Beziehungen zu den *Caryophyllaceen* ergeben sich aus der Beschränkung des Vorkommens derbwandiger und verholzter Elemente auf die äusserste Schicht oder mehrere äussere Schichten (*Calandrinia*), aus dem Auftreten quergestellter Porenspalten (*Portulaca*, *Calandrinia*, *Calyptridium*) und der zwischen *Montia*, *Claytonia*, *Lewisia* einerseits, und *Spergula* andrerseits bestehenden Aehnlichkeit (vgl. unten das über *Spergula* Gesagte).

Caryophyllaceae.

Wenn derbwandige und verholzte Elemente vorkommen, so beschränken sie sich fast immer auf die äusseren Schichten oder auf die äusserste Schicht allein.*) (Ausnahmen *Alsine*, *Scleranthus* [s. unten]).

Lychnideae.

Die meisten hierher gehörigen Früchte sind Kapseln, deren Zähne deutlichen Imbibitionskrümmungen unterworfen sind, und fallen ihrer Structur nach unter eine anatomisch-physiologische Gruppe, die dadurch charakterisirt ist, dass die Widerstandselemente in continuirlichen Zellschichten auftreten. Näheres hierüber oben. An jener Stelle wurde auch der eigenartige Fruchtbau von *Agrostemma* ausführlich behandelt. Zwei Gattungen aber, *Drypis* und *Cucubalus*, mussten nach dem Verhalten ihrer Früchte einem andern Abschnitte eingereiht werden. Die Frucht von *Drypis* öffnet sich mit einem Deckel und besteht bis auf die oberste Schicht desselben fast durchweg aus zartem Gewebe. Diese oberste

*) Die Innenwand der untersten Schicht ist mitunter ziemlich derb, was jedoch, da die letztere nie eine wesentliche Rolle bei den Krümmungsbewegungen spielt, unberücksichtigt bleiben soll.

Schicht erinnert jedoch, namentlich durch das zerstreute Auftreten von quergestellten Porenspalten, stark an das Contractionsgewebe der Früchte verwandter Gattungen. Dass der untere Theil der Frucht durchweg aus zartem Gewebe besteht, und durch diese Beschaffenheit das Abreissen des Deckels begünstigt, bedeutet nur eine Steigerung einer bei den mit Zähnen aufspringenden Kapselfrüchten fast allgemein verbreiteten Erscheinung. Denn der untere Theil nimmt an den Krümmungsbewegungen nicht Theil, da er in Zusammenhang bleibt, und bedarf somit der mechanischen Gewebe nur in geringem Masse oder gar nicht. Stärker sondert sich durch den Bau seiner Frucht *Cucubalus* von den verwandten Gattungen ab. Es gelangt hier kein Unterschied eines oberen und unteren Theiles der Frucht zum Ausdruck, und bei den Elementen der obersten Schicht sind Längs- und Querdurchmesser durchschnittlich gleich, mit Ausnahme vereinzelter Zellen an der Spitze, wo jener überwiegt. Doch sind anderseits die Zellen der obersten Schicht leicht verholzt, an ihren Wänden finden sich spaltenförmige Poren, allerdings in wechselnder Orientirung, und wiewohl das auf die oberste Lage folgende Gewebe fast durchgehend zart und unverholzt ist, kommen doch in der Umgebung des Griffels in der zweiten Schicht einige derbwandige, verholzte Elemente vor. Die starke Entwicklung des zarten Gewebes bedingt die beerenartige Beschaffenheit der Frucht.

Diantheae.

Für die Mehrzahl der aus dieser Tribus untersuchten Früchte ist das Auftreten randständiger mechanischer Stränge, welche auf die oberste Schicht folgen, bezeichnend (*Tunica*, *Vaccaria*, *Dianthus*, *Gypsophila*, *Saponaria*, *Velezia*.). Im Uebrigen, d. h. ausserhalb der Zahnränder, folgen auf die oberste Schicht entweder noch weitere Lagen etwas derbwandiger und verholzter Zellen (*Tunica* und *Vaccaria*) oder, mit Ausnahme einer kleinen (*Gypsophila*, *Saponaria*, *Velezia*) oder grösseren (*Dianthus*) Region an der Zahnspitze, zartes unverholztes Gewebe. *Tunica* und *Vaccaria* verbinden so die *Diantheae* mit den *Lychnideae*. *Tunica* erinnert durch die Querstreckung, welche die zur zweitobersten Schicht gehörigen Zellen im mittleren und unteren Theil des Zahnes auszeichnet, an *Agrostemma*. An *Vaccaria* wurde bereits früher mangelhafte Ausbildung der für die Bewegungsgewebe charakteristischen Merkmale hervorgehoben, die Krümmungen der Zähne sind sehr gering, und die letzteren bleiben nicht selten in Zusammenhang Hierin spricht sich offenbar die Verwandtschaft mit *Acanthophyllum* aus, deren Frucht sich überhaupt nicht in Zähne spaltet. Ferner fällt an *Vaccaria* die starke Entwicklung des inneren zarten Gewebes der Fruchtwand auf, welche soweit geht, dass sich ein Theil desselben beim Oeffnen der Frucht loslöst. Unwillkürlich wird man durch die Mächtigkeit des zarten Gewebes an *Cucubalus* erinnert. *Acanthophyllum* besitzt eine Deckelfrucht, welche der von *Drypis* sehr ähnlich ist und sich in derselben Weise zu den Zahnkapseln der verwandten Gattungen in Beziehung bringen lässt.

Alsineae.

Unter den Früchten dieser Tribus herrscht in anatomischer Hinsicht grosse Mannigfaltigkeit. Interessant sind einige Anklänge an die beiden vorher behandelten Tribus. So begegnet uns bei *Dolophragma*, *Thylacospermum*, *Möhringia* und *Arenaria* der Fruchtbau der *Lychnideae*, bei den beiden letztgenannten Gattungen speciell der von *Uebelinia*, *Petrocoptis* und *Heliosperma*. Ferner zeigen *Sagina* und *Buffonia* dieselben randständigen Widerstandsstränge wie *Dianthus*, etc. Weniger nahe stehen den Gattungen der *Lychnideae* und *Diantheae* die *Alsineen Lepyrodiclis*, *Stellaria*, *Cerastium*, *Holosteum*, *Mönchia*, *Queria*, *Alsinodendron*, *Brachystemma*, *Schiedea*, und *Colobanthus*, welchen der Mangel von gesonderten Widerstandsgeweben und die völlige oder nahezu völlige Beschränkung derbwandiger und verholzter Elemente auf die oberste Schicht gemeinsam ist. Diese letztere ist der entsprechenden Zelllage der durch besondere Widerstandsgewebe ausgezeichneten *Caryophyllaceen*-Früchte mehr oder weniger ähnlich, besonders dadurch, dass in den Wänden meist quergestellte Porenspalten vorkommen, die nur bei *Lepyrodiclis* fehlen. Wie verschiedenartig sich anatomisch ähnliche Früchte in biologischer Hinsicht verhalten können, das zeigt besonders deutlich ein Vergleich von *Colobanthus* mit *Cerastium*, *Stellaria* u. s. w.

Eine ziemlich isolirte Stellung nehmen die Früchte von *Merckia* und *Alsine* ein. Erstere fällt schon äusserlich durch ihre Gestalt, anatomisch durch den völligen Mangel derbwandiger und verholzter Elemente auf. *Alsine* bietet das andere Extrem, einen sonderbaren Ueberfluss an mechanischen Elementen; hier begegnet man auch dem bei *Caryophyllaceen* sehr seltenen Fall des Vorkommens derbwandiger und verholzter Zellen in der innersten Schicht.

Eine genauere, sich auf eine grössere Artenzahl erstreckende Untersuchung der *Alsineen*-Früchte würde wahrscheinlich durch manches interessante Ergebniss belohnt werden. Es sei nur daran erinnert, dass die Früchte der hier berücksichtigten Arten aus den Gattungen *Alsine*, *Merckia* und *Dolophragma*, die in den „Natürlichen Pflanzenfamilien" Theil III, 1. Hälfte, Abth. I b. p. 84 als möglicherweise zusammengehörig bezeichnet werden, anatomisch weit verschieden sind.

Sperguleae.

Bei *Spergula* und *Spergularia* ist die oberste Schicht verholzt. Die beiden Gattungen stehen sich besonders nahe durch die unregelmässige Vertheilung der in der zweiten Lage vorkommenden derbwandigen und verholzten Zellen, die bei *Spergula* durch ihre quergestellten Poren den Eindruck einer rudimentären zweiten Contractionsschicht machen. Auch in der obersten Lage treten bei *Spergula* quergestellte Porenspalten auf. Dieselben sind aber sowohl in der Quer- als auch in der Längsrichtung ziemlich umfangreich, so dass die verdickten Theile der Wand leistenförmig erscheinen; da überdies die Radialwände deutlich gewellt sind, was in der obersten Schicht der derber gebauten *Caryophyllaceen*-

Früchte sonst fast gar nicht vorkommt, ergiebt sich eine gewisse Aehnlichkeit mit den Früchten von *Montia*, *Claytonia* und *Lewisia*, die einen Ausdruck der Verwandtschaft zwischen *Caryophyllaceae* und *Portulacaceae* darstellen dürfte.

Telephium, die dritte zu den *Sperguleae* gerechnete Gattung, weicht von den beiden andern beträchtlich ab: Die oberste Schicht ist schwach verholzt, ohne Poren, die nächstfolgende stark verholzt und durch die Porenbildung der Contractionsgewebe ausgezeichnet.

Polycarpeae.

Wie bei einem Theil der *Diantheae* und den *Alsineen Sagina* und *Buffonia* folgen bei *Drymaria*, *Ortegia*, *Polycarpaea*, *Stipulicida*, *Microphyes*, *Loeflingia* und *Polycarpon* auf die oberste Schicht an den Klappenrändern derbe, verholzte Zellen, im Uebrigen zartes unverholztes Gewebe. Die oberste Lage lässt mehr oder weniger deutlich quergestellte Porenspalten erkennen, ausgenommen *Polycarpon*, wo ein durchaus eigenartiger Bau herrscht. Bekanntlich führen hier die Klappen starke Imbibitionskrümmungen um eine zur Längsachse der Frucht parallele Achse aus, und es erscheinen somit die randständigen mechanischen Stränge als in phylogenetischer Hinsicht interessante Gewebe. An den Früchten der übrigen mit *Polycarpon* aufgezählten Gattungen kommen nur geringe Krümmungen um eine zur Längsachse der Frucht senkrechte Achse vor.

Pycnophyllum und *Cerdia* besitzen, abgesehen von der obersten Schicht, nur zarte, unverholzte Gewebe in der Fruchtwand. Im unteren Theil der Radialwände der obersten Schicht von *Pycnophyllum* treten deutliche Tüpfel auf. Die Frucht von *Pycnophyllum* öffnet sich nicht.

Lyallia besitzt eine durchweg von zartem, umverholztem Gewebe gebildete Schliessfrucht.

Paronychieae.

Bekanntlich öffnen sich die Früchte dieser Tribus nicht. Bei *Sphaerocoma*, *Achyronychia*, *Haya*, *Illecebrum*, *Acanthonychia* zeichnet sich die oberste Schicht durch derbere Wände und hie und da durch leichte Verholzung vor dem übrigen zarten und unverholzten Fruchtgewebe aus. Poren kommen in derselben nur selten vor, und dann meist in Form quergestellter Spalten (*Sphaerocoma* und *Achyronychia*, dort nur an den Seiten-, hier auch an den Aussenwänden).

Siphonychia, *Herniaria*, *Pollichia*, *Gymnocarpus*, *Anychia*, *Scleroccphalus* besitzen ein durchgehend zartes und unverholztes Fruchtgewebe; die drei letztgenannten Gattungen sind charakterisirt durch die papillenartige Ausstülpung der Aussenwände der obersten Schicht.

Isolirt stehen *Corrigiola* und *Paronychia* da. Bei der ersteren sind die 3—4 obersten Schichten mit derben, wellig verbogenen nicht deutlich verholzten Wänden versehen, das übrige Gewebe zart und unverholzt. Eine sehr eigenartig gebaute Frucht besitz

Paronychia: Derbe und verholzte Wände sind nur der zweitobersten Schicht, deren Elemente zu eigenthümlichen Krystallbehältern ausgebildet sind, eigen.

Dysphanieae.

Dysphania besitzt eine Schliessfrucht von sehr zartem und unverholztem Gewebe.

Scleranthеae.

Die beiden hierher gehörigen Gattungen *Scleranthus* und *Habrosia* verhalten sich bezüglich der anatomischen Eigenschaften ihrer geschlossen bleibenden Früchte recht verschieden. Während dort im oberen Theile innerhalb mehrerer längs verlaufender Streifen nur zartes, unverholztes Gewebe auftritt, im übrigen aber die äusserste Schicht, bezw. ausserdem noch einige unter den nächstinneren, sich aus längsgestreckten, derbwandigen, verholzten, mit quer gestellten Porenspalten versehenen Elementen zusammensetzt, sind hier nur die Aussenwände der äussersten Schicht eine Kleinigkeit derber als die übrigen, sehr zarten, ferner wie diese unverholzt und frei von Poren, endlich papillenartig nach aussen vorgewölbt.

Pterantheae.

An den Schliessfrüchten von *Cometes* und *Pteranthus* unterscheidet sich die oberste Schicht durch derbe und verholzte Wände von dem zarten übrigen Gewebe.

Eine übersichtliche Zusammenfassung obiger Auseinandersetzungen geschieht am besten durch den Versuch einer Gruppirung der untersuchten Arten unter vorwiegender Berücksichtigung von Umfang und Anordnung der derben, verholzten Gewebe und der Beschaffenheit ihrer Elemente:

1. Derbwandige und verholzte Elemente in continuirlichen Schichten.

a) Zwei oder mehr zusammenhängende äussere Lagen bildend (Tafel II. Fig. 1, 3, 4, 9):

Uebelinia, *Agrostemma*, *Viscaria*, *Silene*, *Lychnis*, *Petrocoptis*, *Heliosperma*, *Melandryum* (*Lychnideae*). *Dolophragma*, *Thylacospermum*, *Moehringia* und *Arenaria* (*Alsineae*). *Telephium* (*Sperguleae*). *Corrigiola* (*Paronychieae*).

Innerhalb dieser Gruppe nehmen Sonderstellungen ein: *Agrostemma* durch die Querstreckung der Zellen in den 2—3 auf die oberste folgenden Schichten. *Telephium* durch die schwächere Verholzung der obersten Schicht im Vergleich zur nächst unteren. *Corrigiola* durch die schwache Verholzung und die stark verbogenen Wände des derben Gewebes.

b) Auf die äusserste Schicht beschränkt:

Cucubalus und *Drypis* (*Lychnideae*). *Acanthophyllum* (*Diantheae*). *Lepyrodiclis*, *Stellaria*, *Cerastium*, *Holosteum*, *Mönchia*, *Queria*, *Alsinodendron*, *Brachystemma*, *Schiedea* und *Colobanthus* (*Alsineae*). *Pycnophyllum* und *Cerdia* (*Polycarpeae*). *Sphaerocoma*, *Achyronychia*

Haya, *Illecebrum*, *Acanthonychia* (*Paronychieae*). *Cometes* und *Pteranthus* (*Pterantheae*).*)

Sonderstellungen nehmen ein:

Colobanthus durch das Auftreten von 1—2 derbwandigen, aber unverholzten Schichten, die am Grunde des Zahnes auf die oberste folgen. *Cucubalus* durch Gleichheit von Längs- und Querdurchmesser in den Zellen der obersten Schicht.

c) Auf die zweite Schicht von aussen beschränkt. Die Elemente derselben zu eigenthümlichen Krystallbehältern ausgebildet. Zellen der obersten Schicht papillenartig nach aussen gewölbt:

Paronychia (*Paronychieae*).

2. Oberste Schicht aus derbwandigen und verholzten Zellen bestehend. Darunter hier und da unregelmässige Complexe derbwandiger und verholzter Elemente, im übrigen zartes Gewebe:

a) Seitenwände in der obersten Schicht gerade:

Spergularia. (*Sperguleae*.)

b) Seitenwände in der obersten Schicht gewellt. Poren in den Aussenwänden auffällig breit:

Spergula. (*Sperguleae*.)

3. Die beiden obersten Schichten derb und verholzt. Elemente der obersten Lage eigenartig verzweigt und miteinander verschlungen. Elemente der untersten Schicht an den Klappenrändern verholzt. Zwischen der untersten und zweitobersten Schicht zartes Gewebe:

Alsine. (*Alsineae*.)

4. Randständige Stränge derbwandiger und verholzter Zellen, an die gleichfalls derbwandige und verholzte oberste Schicht grenzend. Im übrigen

a) Auf die oberste Schicht noch eine oder zwei gleichfalls von derbwandigen und verholzten Elementen gebildete folgend:

Tunica und *Vaccaria* (*Diantheae*). An *Tunica* fällt die Querstreckung dieser Elemente auf (vergl. *Agrostemma*).

b) Auf die oberste Schicht unmittelbar zartes, unverholztes Gewebe folgend (Tafel II. Figur 6).

Gypsophila, *Saponaria* und *Velezia* (*Diantheae*) *Sagina* und *Buffonia* (*Alsineae*), *Drymaria*, *Ortegia*, *Polycarpaea*, *Stipulicida*, *Microphyes*, *Loefflingia* und *Polycarpon* (*Polycarpeae*).

Polycarpon sondert sich ab durch die eigenthümliche Streifung der Aussenwände in der obersten Zellschicht.

In der Mitte zwischen a und b steht *Dianthus* (*Diantheae*).

5. Innerhalb mehrerer längs verlaufender Streifen nur zartes und unverholztes Gewebe. Im übrigen die 1—3 äussersten Lagen von derben verholzten Zellen gebildet. Hier und da auch die unterste Schicht verholzt:

---

*) Typus 1b ist nicht scharf trennbar von Typus 6.

Scleranthus (*Scleranthеae*).

6. Fruchtgewebe durchweg unverholzt und zart.

a) Aussenwände der obersten Schicht flach: *Merckia* (*Alsineae*). *Lyallia* (*Polycarpeae*). *Siphonychia*, *Herniaria* und *Pollichia* (*Paronychieae*). *Dysphania* (*Dysphanieae*).

b) Aussenwände der obersten Schicht papillen- oder haarartig vorgewölbt:

Gymnocarpus, *Anychia* und *Sclerocephalus* (*Paronychieae*). *Habrosia* (*Scleranthеae*).

Die *Caryophyllaceae* zeigen deutliche Beziehungen zu den *Portulacaceae* (vergl. das über diese Familie Gesagte), besonders durch die zwischen *Spergula* einerseits, *Montia*, *Claytonia* und *Lewisia* andererseits bestehende Aehnlichkeit.

Primulacae.

Die äusserste Schicht ist immer unverholzt, die innerste stets verholztund derbwandig.

Für die grösste Mehrzahl der *Primulaceen*-Früchte wurde an anderer Stelle eine weitgehende Uebereinstimmung festgestellt, so dass die *Primulaceae-Primulinae* und *-Soldanellinae*,die *Samoleae*, ein Theil der *Lysimachieae-Lysimachiinae*, die *Cyclaminee Dodecatheon* und die *Corideae* ein und derselben anatomisch-physiologischen Gruppe eingereiht werden konnten.

Bei den *Primulinae*, den *Samoleae*, bei *Glaux* und *Dodecatheon* ist die Wandverdickung des Contractionsgewebes in dessen äusseren Theilen stärker als in den inneren, während *Soldanella*, *Bryocarpum* und *Coris* überall annähernd dieselbe Wandstärke der Contractionselemente aufweisen. *Glaux* bildet ein interessantes Bindeglied zwischen *Primulinae* und *Lysimachiinae*. Denn von *Glaux* abgesehen erscheinen in der letztgenannten *Tribus* die mechanischen Elemente am vollkommensten ausgebildet in den inneren Theilen des Fruchtgewebes, indem entweder die Contractionselemente dort ihre grösste Wandstärke erreichen, wo sie an das Widerstandsgewebe grenzen (*Lysimachia*, *Steironema*, *Naumburgia*, *Trientalis*), oder die mechanisch wirksamen Elemente überhaupt auf die innerste Schicht, die gleichzeitig Contractions- und Widerstandsgewebe ist, beschränkt sind (*Apochoris*, *Asterolinum*, *Pelletiera* und wohl auch *Lubinia*).

Andere beachtenswerthe Beziehungen ergeben sich aus der Gestalt der Porenspalten. *Samolus* und besonders *Ardisiandra* unter den *Primulinae*, *Trientalis* unter den *Lysimachiinae*, haben eine auffallende Länge und Breite der quergestellten Porenspalten gemeinsam, wodurch die verdickten Theile der Wandung leistenähnlich erscheinen. Die Aehnlichkeit zwischen *Ardisiandra* und *Trientalis* wird dadurch noch grösser, dass jene quer gestellten Porenspalten auch in der untersten Schicht auftreten, welche sich sonst meist durch schief- bis längsgestellt- spaltenförmige, oder einfach lochförmige Poren auszeichnet. Die gleiche eigenthümliche Orientirung der Porenspalten der untersten Schicht verbindet

Glaux, *Apochoris*, *Asterolinum*, *Pelletiera* und unter gewisser Einschränkung *Lubinia* mit *Trientalis*.

Für die phylogenetische Kenntniss der *Primulaceen*-Früchte dürfte die übereinstimmende Beschaffenheit der die Griffelbasis unmittelbar umgebenden Gewebe, die für *Primula*, *Cortusa*, *Soldanella*, *Bryocarpum*, *Dodecatheon*, *Cyclamen* und *Hottonia* gilt, von Wichtigkeit sein. Die im Fruchtgewebe vorkommenden derbwandigen und verholzten Zellen erstrecken sich nämlich nicht, wie das sonst der Fall ist, bis an die Basis des Griffels oder gar in diesen hinein, sondern werden von jener durch zartes und unverholztes Gewebe, an welches sie sich ziemlich unvermittelt ansetzen, getrennt. Derartig gebaute Früchte hat man bisher als ein Charakteristicum der *Tribus Soldanellinae* angesehen*) und „Deckelfrüchte“ genannt, eine Bezeichnung, die recht falsche Vorstellungen erwecken kann, da einerseits die Früchte von *Soldanella* und *Bryocarpum*, wenigstens in ihrem oberen Theil, den Zähnen, denen von *Primula*, *Cortusa* und *Dodecatheon* anatomisch sehr ähnlich sind, anderseits die echten Deckelkapseln von *Anagallis* und *Centunculus* anatomisch wie biologisch etwas ganz anderes darstellen.

Cyclamen und *Hottonia*, ganz besonders aber die *Lysimachiieae-Anagallidinae*, d. h. die Gattungen *Anagallis* und *Centunculus* nehmen, nach ihren Früchten betrachtet, isolirte Stellungen in der Familie ein. Ueber die gemeinsamen Beziehungen, welche *Hottonia* und *Cyclamen* durch den Bau der Kapselspitze zu anderen *Primulaceen* aufweisen, wurde bereits gesprochen. Ausserdem fällt an den Früchten beider Gattungen äusserlich die Grösse, unvollkommene Oeffnungs-weise und der Mangel deutlicher Imbibitionskrümmungen auf. Anatomisch jedoch sind sie in gewisser Beziehung recht verschieden. *Hottonia* besitzt verholzte, auffällig derbwandige Zellen nur in der untersten Schicht. Diese letzteren sind interessant dadurch, dass sie die langgestreckte zugespitzte Gestalt und die längs- oder schief gestellten Porenspalten besitzen, welche die Widerstandselemente charakterisiren, aus denen sich bekanntlich die innerste Fruchtschicht der allermeisten *Primulaceen* zusammensetzt. Die Frucht von *Cyclamen* dagegen besteht im oberen Theile, von der äussersten Schicht abgesehen, aus verholzten, durch quer gestellte ringförmige Verdickungsleisten (nur die Innenwände der innersten Schicht sind gleichmässig verdickt) ausgezeichneten Zellen und erhält hierdurch eine entfernte Aehnlichkeit mit *Ardisiandra* und *Trientalis*; doch sind die Elemente der untersten Lage nicht längsgestreckt, sondern in der Längs- und Querrichtung durchschnittlich gleich ausgedehnt. *Anagallis* und *Centunculus* entfernen sich weit von den anderen *Primulaceae* durch ihre ausgeprägten Deckelfrüchte, deren fremdartiger Charakter vor allem darin liegt, dass die unterste Schicht in einer quer

*) Scharlock (Eine kritische *Primula* aus der Schweiz [Flora 1878]) ist meines Wissens der erste, dem etwas ähnliches auch bei *Primula*-Arten auffiel.

verlaufenden, mittleren Zone zu einem Trennungsgewebe ausgebildet und ganz anders beschaffen ist, als im übrigen Theil der Fruchtwand. Aber auch hier tragen die Elemente der untersten Lage eigenartige Merkmale, ihr Durchmesser ist in der Längs- und Querrichtung durchschnittlich gleich, ihre Radialwände verlaufen bei *Centunculus* in wellenförmigen Windungen. Da aber die unterste Schicht allein verholzt ist und hier die stärksten Wandverdickungen auftreten, die bei *Anagallis* im äusseren, bei *Centunculus* im inneren Theil der Zellen überwiegen, so erscheinen die anatomischen Eigenschaften der Früchte von *Centunculus* und *Anagallis* als Ausdruck der Verwandtschaft mit *Asterolinum*, *Pelletiera* und *Apochoris*.

Als Zusammenfassung vorstehender Auseinandersetzungen möge folgende Uebersicht dienen.

A. *Primulaceae* mit Ausnahme der isolirt stehenden Gattungen *Hottonia*, *Anagallis*, *Centunculus* und *Cyclamen*.

a) Umfang und Anordnung der derbwandigen und verholzten Elemente (abgesehen von der zwar bisweilen mit derber Aussenwand versehenen, aber immer unverholzten obersten Schicht).

α) Derbwandige und verholzte Elemente ausser in der innersten Schicht auch in dem zwischen letzterer und der äussersten gelegenen Gewebe.

1. Das zwischen der äussersten und innersten Schicht gelegene Gewebe zeigt in seinem äusseren Theil die stärksten Wandverdickungen. (Tafel I. Figur 1 und 2):

Primulinae, *Samolus* (*Samoleae*), *Glaux* (*Lysimachiinae*) und *Dodecatheon* (*Cyclamineae*).

2. Das zwischen der äussersten und innersten Schicht gelegene Gewebe zeigt annähernd gleiche Wandverdickungen:

Soldanella und *Bryocarpum* (*Soldanellinae*), *Coris* (*Corideae*).

3. Das zwischen der äussersten und innersten Schicht gelegene Gewebe zeigt in seinem inneren Theil die stärksten Wandverdickungen (Tafel I. Figur 4:

Lysimachia, *Naumburgia*, *Steironema*, *Trientalis* und *Lubinia* (*Lysimachiinae*).

β) Derbwandige (abgesehen von der äussersten Schicht) und verholzte Elemente nur in der innersten Schicht (Tafel I. Figur 8).

Pelletiera, *Asterolinum* und *Apochoris* (*Lysimachiinae*).

b. Auftreten und Umfang quer gestellter Porenspalten.

α) Quergestellte Porenspalten im Verhältniss zu den verdickten Wandungstheilen schmal und meist kurz:

1. Quergestellte Porenspalten in der untersten Schicht fehlend oder selten:

Alle Gattungen mit Ausnahme der im folgenden genannten.

2. Quergestellte Porenspalten in der untersten Schicht. (Tafel I. Figur 7 und 8.)

Glaux, *Apochoris*, *Asterolinum*, *Pelletiera* und *Lubinia*.

β) Quergestellte Porenspalten in den über der untersten gelegenen Schichten auffällig lang und breit.

1. Quergestellte Porenspalten in der untersten Schicht fehlend oder selten:

Samolus.

2. Quergestellte Porenspalten in der untersten Schicht (Tafel I. Figur 3):

Ardisiandra (*Primulinae*) und *Trientalis.*

c) Beschaffenheit der Zahnspitze.

α) In der Umgebung des Griffels nur zartes Gewebe:

Primula und *Cortusa* (*Primulinae*), *Soldanella* und *Bryocarpum*, *Dodecatheon.*

β) Derbwandige Gewebe bis an den Ansatz des Griffels oder in den letzteren hineinreichend:

Die übrigen Gattungen.

B. *Hottonia* (*Hottoniinae*).

Durchweg zartes Gewebe in der Umgebung des Griffels (vergl. *Primula*, *Cortusa*, *Soldanella*, *Bryocarpum*, *Dodecatheon* und *Cyclamen.*)

Im übrigen die unterste Schicht allein derbwandig und verholzt und durch dieselben Tüpfelformen ausgezeichnet, wie die entsprechende Zelllage der meisten anderen *Primulaceen.*

C. *Anagallis* und *Centunculus* (*Anagallidinae*):

Unterste Schicht allein derbwandig und verholzt (vergl. *Pelletiera*, *Asterolinum* und *Apochoris*).

Zellen der untersten Schicht nicht vorherrschend längs gestreckt (vergl. *Cyclamen*).

In einer mittleren Zone die Zellen der untersten Schicht quer gestreckt.

D. *Cyclamen* (*Cyclamineae*):

Auffällige Länge und Breite der quer gestellten Porenspalten in den zwischen der obersten und untersten gelegenen Schichten (vergl. *Samolus*, *Trientalis* und *Ardisiandra*).

Durchweg zartes Gewebe in der Umgebung des Griffels (vgl. *Primula*, *Cortusa*, *Soldanella*, *Bryocarpum*, *Dodecatheon* und *Hottonia*).

Keine vorherrschende Längsstreckung der zur untersten Schicht gehörigen Zellen (vgl. *Anagallis*, *Centunculus*).

Plumbaginaceae.

In dieser Familie kommen mit Längsrissen aufspringende Kapseln vor, deren Klappen theils Imbibitionskrümmungen unterworfen (*Ceratostigma*), theils unbeweglich sind (*Plumbagella*, *Vogelia*, *Plumbago*, *Aegialitis*), ferner Deckelfrüchte (*Acantholimon*, *Goniolimon*, *Statice*), endlich Schliessfrüchte (*Armeria*). An *Ceratostigma* schliesst sich am engsten *Plumbagella* an, durch die überall quergestellten Porenspalten der obersten Zellschicht und den Besitz

eines dem Widerstandsgewebe der ersteren Gatttung entsprechenden Complexes derbwandiger Zellen. *Vogelia* und *Plumbago* ermangeln jener Regelmässigkeit in der Orientirung der Porenspalten, sowie derbwandiger Elemente ausserhalb der obersten Lage; indessen herrscht anderseits auch unverkennbare Aehnlichkeit mit *Plumbagella*. Diese Gattungen, welche die Tribus *Plumbagineae* bilden, werden mit den *Staticeae* verknüpft durch *Aegialitis*, in deren Frucht ein Zellcomplex auftritt, welcher durch seine Lage und seine Gestalt, sowie die Beschaffenheit seiner Elemente stark an das Widerstandsgewebe von *Ceratostigma* erinnert. In den Deckelfrüchten von *Statice*, *Acantholimon* und *Goniolimon* werden die Wandungen der obersten Schicht wie bei *Ceratostigma*, wo jene als Contractionsgewebe dient, von quer gestellten Porenspalten durchsetzt. Innerhalb der Zone, in welcher die Ablösung des Deckels stattfindet, weisen die Zellen der obersten Schicht einen grösseren Querdurchmesser auf als sonst. Dieselbe Eigenthümlichkeit charakterisirt aber auch eine quer verlaufende Zone im oberen Theil der Früchte von *Ceratostigma* und *Plumbagella*.

Armeria besitzt eine sehr einfach gebaute Frucht, deren oberster Theil sich vor dem übrigen durch stärkere Wandverdickungen der obersten Schicht auszeichnet. Bekanntlich gilt das Letztere auch von den andern *Plumbaginaceae*.

Als eine mehreren Früchten dieser Familie gemeinsame Eigenthümlichkeit sei noch das Auftreten von Haarbildungen angeführt, welche sich bei *Vogelia* und *Plumbago* an den Zahnrändern in der Nähe der Spitze, bei *Acantholimon*, *Goniolimon* und *Statice* in einer unterhalb des Deckels gelegenen oder ein wenig in diesen hineinreichenden Zone vorfinden.

Nachdem nunmehr diejenigen anatomischen Merkmale behandelt sind, welche die verschiedenen biologischen Fruchtformen unter einander verknüpfen, erübrigt noch die Erwähnung zweier eigenthümlichen mehr isolirt dastehenden Gewebebildungen. Es sind dies erstens die sonderbar gebaute zweitoberste Schicht im Fruchtgewebe von *Aegialitis*, welche hierselbst der Sitz der stärksten Wandverdickung ist und die aus derbwandigen längsgestreckten Zellen zusammengesetzte innerste Schicht im oberen Theil der Früchte von *Acantholimon* und *Goniolimon*.

Aus dem Vorhergesagten seien die wichtigsten Punkte noch einmal hervorgehoben:

a. Verwandtschaftliche Beziehungen, durch anatomische Merkmale ausgedrückt, ergeben sich zwischen den *Plumbaginaceen*-Gattungen

1. Aus dem Auftreten eines medianen Stranges prosenchymatischer, derbwandiger, verholzter Zellen (Taf. II, Fig. 7 und 8):

Ceratostigma und *Plumbagella* (*Plumbagineae*), *Aegialitis* (*Staticeae*).

2. Aus dem Vorkommen quergestellter Porenspalten in den Wänden der äussersten Schicht (Taf. II, Fig. 7):

Ceratostigma und *Plumbagella*. *Statice*, *Acantholimon* und *Goniolimon* (*Staticeae*).

3. Aus der Querstreckung der Elemente der obersten Schicht innerhalb einer querverlaufenden Zone im oberen Theile der Frucht:

Ceratostigma und *Plumbagella*. *Statice*, *Acantholimon* und *Goniolimon*.

b. Durch andere eigenartige anatomische Merkmale fallen auf: *Aegialitis* einerseits, *Acantholimon* und *Goniolimon* andererseits. —

Beziehungen zu irgend einer anderen der hier behandelten Familien ergeben sich aus der Fruchtanatomie der *Plumbaginaceen* nicht.

Lentibulariaceae (Taf. I, Fig. 9).

In den Kapseln von *Pinguicula* und *Genlisea* setzen sich mehrere innere Schichten, in den Schliessfrüchten von *Utricularia* setzt sich nur die innerste Schicht aus derbwandigen und verholzten Elementen zusammen.

Die Beschränkung derbwandiger und verholzter Elemente auf die innersten Fruchtschichten begegnet uns auch bei den *Scrophulariaceen Linaria vulgaris* und *Antirrhinum majus*, bei ersterer überdies die für *Pinguicula* charakteristische Querstreckung der zur zweituntersten Schicht gehörigen Zellen. (Vgl. Steinbrinck l. c. p. 197—201 und Taf. VII, Fig. 1 und 2).

Im Fruchtbau der *Lentibulariaceen* gelangt somit die zu den *Scrophulariaceen* bestehende Verwandtschaft deutlich zum Ausdruck.

B. Biologische Ergebnisse.

Ueber die Biologie eines grossen Theils der in dieser Arbeit behandelten Früchte lässt sich nichts Neues sagen, und es sind fast nur für diejenigen Kapseln, deren Klappen die Fähigkeit, Imbibitionskrümmungen auszuführen, zukommt, einige ergänzende Angaben erforderlich.

I. Mit Längsspalten aufspringende Früchte.

a. Krümmungsachse senkrecht zur Längsachse der Frucht.

α. Klappen beim Austrocknen sich nach aussen biegend, die Frucht öffnend, bei Befeuchtung zusammenneigend, die Frucht verschliessend.

Man hat lange Zeit hauptsächlich den durch die Oeffnung ermöglichten Austritt der Samen berücksichtigt und somit nur der durch Austrocknung der Zähne bewirkten Imbibitionskrümmung biologische Bedeutung zugeschrieben. Dass nun aber auch der unter dem Einfluss der Feuchtigkeit stattfindende Verschluss wichtig und nutzbringend ist, betonte meines Wissens zuerst Steinbrinck, indem er*), bezugnehmend auf diejenigen Kapseln, welche sich so verhalten wie die in diesem Abschnitt zu besprechen-

*) Ueber einige Fruchtgehäuse, welche ihre Samen in Folge von Benetzung freilegen. — Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Bd. I. 1883. p. 339—347.

den, auf die Hindernisse hinwies (l. c. p. 339), welche für die Verbreitung der Samen entständen, wenn diese der Nässe ausgesetzt würden: sie liefen Gefahr, vom Regen herausgespült, oder, vom Wind herausgeschleudert, durch Regentropfen in unmittelbarer Nähe der Mutterpflanze zu Boden geschlagen zu werden; überdies würde mit der Wasseraufnahme ihr specifisches Gewicht erhöht. Kerner machte*) auf die Gefahren des Ersäuftwerdens aufmerksam, welcher die in der Kapsel verborgenen Samen ausgesetzt wären, wenn jene auch bei Regenwetter geöffnet bliebe. Wir hätten es also hier mit Imbibitionskrümmungen zu thun, welche einerseits die Bedingungen der Samenverbreitung, andrerseits aber auch einen Samenschutz bilden.

Diese Auffassung weist den Weg zur Erklärung einiger sonst schwer verständlicher anatomischer Erscheinungen. Die meist einen grossen Materialaufwand erfordernde Combination von Contractions- und Widerstandselementen wäre für eine Frucht, welche nur dazu eingerichtet sein sollte, den Samen, sobald sie reif sind, den Austritt ins Freie zu ermöglichen, nicht unbedingt nöthig. Auch das Auftreten jener tiefen Porenspalten, welche bei den *Caryophyllaceen*-Früchten die mächtig verdickte Aussenwand der (wenigstens theilweise) als Contractionsgewebe wirksamen obersten Schicht durchsetzen, ist nur dann recht verständlich, wenn es eine Vorrichtung darstellt, die ein rasches Reagiren auf den Wechsel der Feuchtigkeitsverhältnisse, ein rasches Austrocknen und eine rasche Durchtränkung mit Wasser ermöglicht. Für die Widerstandsgewebe dagegen, deren Wirksamkeit in einer gewissen Unveränderlichkeit liegt, sind Poren nur zur Vermittlung des Stoffverkehres während der Entwicklung der Frucht nöthig; sie fehlen daher fast immer an den freiliegenden Wänden der innersten Schicht der *Primulaceen*- und *Lentibulariaceen*-Kapseln. Die Höcker, welche bisweilen auf der Aussenseite der Kapselzähne an deren Basis auftreten (*Lychnis* und *Silene*), dienen möglicherweise dazu, die Regentropfen festzuhalten und so die Einwirkung der Feuchtigkeit zu beschleunigen.

Die Eigenschaft, sich beim Austrocknen zu öffnen, sich bei Befeuchtung wieder zu schliessen, scheint überhaupt der Mehrzahl aller Kapselfrüchte zuzukommen, und hiermit dürfte deren geographische Verbreitung zusammenhängen: Die Kapselfrüchte sind am reichlichsten entwickelt in Gegenden, die einem häufigen Wechsel von feuchter und trockner Witterung aufweisen. In seinen „Studien über die Einwirkung des Klimas, hauptsächlich der Niederschläge, auf die Gestalt der Früchte" sagt Jungner (Botanisches Centralblatt. Bd. LIX. p. 74): „Die fleischigen Früchte scheinen besonders zahlreich in warmen, temperirten und subtropischen Gegenden vertreten zu sein, wo die Insolation sehr stark ist. Die kurzen, kapselartigen oder nussähnlichen Früchte dagegen werden wohl zahlreicher in genannten Gegenden als in

*) Pflanzenleben. Bd. II. 1891. p. 441—443.

regenreichen tropischen Gebieten, nehmen aber noch mehr zu, je weiter man nach kälteren Gegenden kommt, und scheinen fast die Regio alpina und die Regio arctica zu charakterisiren, wo während der Vegetationsperiode die Niederschläge durchschnittlich sehr gering sind." Ich weiss nicht, ob Jungner diesen Relativsatz auch auf die „Regio alpina" bezogen wissen will, in welchem Falle ich seine Richtigkeit bestreiten würde. Jungner stellt in seiner Abhandlung die abgerundeten oder wenigstens kurzen Früchte denjenigen gegenüber, welche durch langgestreckte Gestalt, oft überdies durch Träufelspitzen für rasche Ableitung des sie benetzenden Wassers und somit für Schutz gegen Fäulniss sorgen, und dementsprechend hauptsächlich in anhaltend feuchten Gebieten angetroffen werden. Wenn nun auch die richtige biologische Deutung der letztgenannten Fruchtform zugegeben werden kann, so ist anderseits das häufige Auftreten der Kapselfrüchte in der kühleren gemässigten und der kalten Zone, vor Allem auch in der alpinen Region, nach meiner Ansicht hauptsächlich durch den anatomischen Bau und die durch ihn bedingten Krümmungserscheinungen zu erklären. Eine derartig gebaute Frucht würde in einem anhaltend feuchten Klima nur schwer dazu gelangen, sich zu öffnen, und in einem durch anhaltende, auch in die Zeit der Fruchtreife fallende Trockenperioden ausgezeichneten, wenig Gelegenheit finden, sich nachträglich wieder zu schliessen. Die Abhängigkeit der Fruchtform vom Klima wird besonders deutlich an denjenigen Verschiedenheiten zu Tage treten, welche die Früchte nahe verwandter aber klimatisch verschiedener Verbreitungsbezirke einnehmender Pflanzen aufweisen. So begegnen uns innerhalb der hier untersuchten Familien andere Fruchtformen, als die in Rede stehenden (beim Austrocknen sich öffnenden, bei Befeuchtung sich wieder schliessenden) Kapseln hauptsächlich bei solchen Gattungen, deren Verbreitungsgebiet ganz oder vorwiegend ausserhalb derjenigen Gegenden liegt, in denen die Kapselfrüchte im Allgemeinen die reichste Entwicklung aufweisen. Bei der tropischen *Primulacee Lubinia spathulata* sind die Imbibitionskrümmungen auf eine winzige Region an der Spitze der Frucht beschränkt, während deren übriger Theil einen im Vergleich mit den verwandten Gattungen merkwürdig festen und einförmigen Bau zeigt. Ein zweiter Tropenbewohner aus dieser Familie, *Ardisiandra sibthorpioides*, deren Kapsel normal gebaut ist, beschränkt sein Vorkommen auf alpine Regionen. Unter den *Caryophyllaceen* sind gerade viele Steppen- und Wüstenbewohner durch Schliessfrüchte oder ohne deutliche Krümmungsbewegungen sich öffnende Kapseln ausgezeichnet. (*Lepyrodiclis*, *Microphyes*, *Achyronychia*, *Haya*, *Illecebrum*, *Habrosia*, *Cometes*, *Gymnocarpus*, *Pteranthus*, *Sclerocephalus*, *Sphaerocoma*). Die den *Caryophyllaceen* bezw. *Primulaceen* nahestehenden Familien der *Portulacaceae* und *Plumbaginaceae* bevorzugen gleichfalls trockne Klimate, und ihre Früchte öffnen sich theils gar nicht, theils durch Ablösung eines Deckels, theils durch Zähne, die bald deutliche Imbibitionskrümmungen vermissen lassen, theils solchen unterworfen sind, die, wie später gezeigt werden soll,

offenbar andern Zwecken dienen, als einem gelegentlichen Wiederverschluss. Als eine auffällige Erscheinung muss es jedoch bezeichnet werden, dass viele *Alsineen*, z. B. *Cerastium* und *Stellaria*-Arten, an ihren Fruchtklappen diejenige Beweglichkeit vermissen lassen, welche mit der geographischen Verbreitung ihrer Arten in Einklang stehen würde. Anderseits sind mit hygroskopischen Zähnen ausgestattete Kapseln auch hie und da in trocknen Gebieten anzutreffen (z. B. *Gypsophila*- und *Dianthus*-Arten); hier kommt die Krümmungsfähigkeit der Zähne thatsächlich nur für das Oeffnen der Frucht in Betracht. Natürlich können auch Anpassungen an Standortsverhältnisse im Fruchtbau zum Ausdruck gelangen. Es gilt dies besonders für die Wasserbewohner *Hottonia* und *Utricularia*, für das feuchten Waldboden liebende *Cyclamen*, dessen Früchte überdies durch spiralige Einrollung des Stieles mit dem Erdreich in Berührung gebracht werden.

β Klappen beim Austrocknen zusammenneigend, bei Befeuchtung spreizend.

Dieses Verhalten scheint weit seltener vorzukommen, als das unter α besprochene.*) Ich bemerkte dasselbe an den Kapseln von *Telephium Imperati* und einigen *Colobanthus* Arten, namentlich des *Colobanthus Billardieri*.

Telephium Imperati bewohnt trockene felsige Abhänge im Mittelmeergebiete; wahrscheinlich sollen bei dieser Pflanze die Samen so lange gegen die Sonnenstrahlen geschützt bleiben, bis der Eintritt von Regenwetter günstige Keimungsbedingungen bietet und eine Bergung des Samens im Erdreich ermöglicht (vgl. Volckens l. c.) Ueber die Beschaffenheit der Standorte, welche *Colobanthus Billardieri* besiedelt, sind mir genaue Angaben nicht bekannt geworden. Doch wird von Bentham (Flora Austral. Band I. p. 161) das Vorkommen dieser Pflanze in alpinen Regionen Tasmanias erwähnt. Daselbst herrscht jedenfalls grosse Feuchtigkeit, welche als Mittel zur Oeffnung der Frucht ausgenutzt wird. Aehnlich verhalten sich die Früchte von *Colobanthus subulatus*, der nach Bentham (l. c. p. 160) auf den Gebirgen Victorias nicht unter 2000 m vorkommen und den grösseren Theil des Jahres im Schnee begraben sein soll, und *C. crassifolius*, der, wie auch *C. subulatus*, in dem feuchten antarktischen Gebiet angetroffen wird.

b. Krümmungsachse parallel der Längsachse der Frucht.

Diese Form von Imbibitionskrümmungen verleiht den Klappen einiger Kapseln die Fähigkeit, als Schleuderapparate, somit als directe Mittel der Samenverbreitung zu wirken. Die Klappen suchen in diesem Falle beim Austrocknen ihre Ränder nach der Mittellinie zu einzurollen und üben so einen Druck auf die Samen aus, durch welchen die letzteren schliesslich,

*) Derartige Früchte besitzen nach Steinbrinck (vgl. die unter α citirte Arbeit) einige *Veronica* und *Mesembrianthemum*-Arten, nach Volckens (Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. p. 85.) Arten von *Fagonia* und *Zygophyllum*. Vgl. auch Aschersou: Hygrochasie etc. (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1892 p. 94.)

ähnlich wie ein mit den Fingern geschnellter Kirschkern, fortgeschleudert werden. Letzteres wurde an *Montia* zuerst von Vaillant (Bot. Par. 1727) beobachtet, später von Urban (Jahrbuch des Berliner Botanischen Gartens IV. p. 256) genauer beschrieben, ferner bei *Claytonia alsinoides* und *sibirica* von Willis (Annales of Botany. Bd. VI. 1892. p. 382) bemerkt, endlich für *Polycarpon*, wo es meines Wissens noch nicht bekannt ist, von mir gefunden. Dieselben Bewegungen führen die Fruchtklappen von *Calandrinia Menziesii* und in geringerem Masse die von *Calyptridium Parryi* aus, doch beobachtete ich in keinem dieser beiden Fälle ein Herausschleudern der Samen.

II. Deckelfrüchte.

Ueber die Deckelfrüchte ist in biologischer Beziehung wenig nachzutragen. Die Spitze der Frucht von *Portulaca* erfüllt anscheinend die Aufgabe, die Kelchblätter und die welke Blumenkrone, welche dem Abfallen des Deckels hinderlich sein würden, von ihrer Ansatzstelle loszutrennen. Dies lässt sich daraus entnehmen, dass einmal die Fruchtspitze zur Zeit der Reife stark eingedrückt ist und somit bei ihrem Wachstum grossen Widerstand gefunden haben muss, und dass schliesslich der Rand des Deckels immer über die unteren Ränder der losgetrentnen Kelchblätter hinausragt.

III. Schliessfrüchte.

An den Schliess- und den diesen nahestehenden Früchten fällt gewöhnlich die Zartheit der Wandung auf. In einigen Fällen soll hierdurch anscheinend die Fänlniss der Fruchtwand erleichtert werden (*Hectorella*, *Lyallia*, *Hottonia*, *Utricularia*). Bei vielen *Caryophyllaceen* handelt es sich aber um eine Verminderung des specifischen Gewichts im Dienste der Windverbreitung. Mit einer auffällig derbwandigen Schliessfrucht ist *Corrigiola littoralis* versehen. Dies hängt wahrscheinlich mit dem Vorkommen dieser Pflanze an Flussufern zusammen, und dem sich hieraus ergebenden Bedürfniss, den zartschaligen Samen theils gegen die schädliche Einwirkung übermässiger Feuchtigkeit, theils gegen die Reibung durch Kies- oder Sandmassen zu schützen.

Anhangsweise soll noch eine Verbreitungsvorrichtung Erwähnung finden, welche ausserhalb der Frucht gelegen und, soviel ich weiss, bisher unbeachtet geblieben ist. Die Kelchblätter von *Dysphania plantaginella* hüllen die reife Frucht vollständig ein und sind zu hohlen Blasen ausgebildet, deren Wand von einem zarten einschichtigen Gewebe gebildet wird; sie scheinen als Flugapparate zu dienen.

Nachtrag.

In der Einleitung zu Abschnitt A. des anatomisch-physiologischen Teils ist neben *Agrostemma* und *Pinguicula* (Häufigkeit quergestellter Radialwände im Contractionsgewebe) auch *Ceratostigma* anzuführen.

Inhalts-Uebersicht.

Seite

Einleitung 3

Anatomisch-physiologischer Theil 4

A. Mit Längsrissen aufspringende Früchte 4

a) Achse der Imbibitionskrümmung des Zahnes oder der Klappe senkrecht zur Längsachse der Frucht 6

α) Contractionselemente aussen, Widerstandselemente innen (daher Zähne bezw. Klappen in feuchtem Zustand zusammen neigend, in trocknem Zustand spreizend) 6

I. Mechanisch wirksame Elemente in verschiedenen Zellschichten auftretend (dabei häufig gewisse Schichten nur Contractions-, andere nur Widerstandszellen enthaltend) . 6

1. Continuirliche Schichten von Widerstandszellen . . . 6

+ Oberste Schicht bei den Krümmungsvorgängen unbetheiligt, unverholzt, unterste aus Widerstandszellen bestehend, verholzt 6

++ Oberste Schicht bei den Krümmungsvorgängen betheiligt, verholzt; innerer Theil der Fruchtwand aus zartem, unverholztem, mechanisch unwirksamem Gewebe bestehend 10

2. Randständige Widerstandsstränge 12

3. Ein medianer Widerstandspfeiler 14

II. Mechanisch wirksame Elemente nur in einer Zellschicht auftretend 16

1. in der untersten 16

2. in der obersten 17

β) Widerstandselemente aussen, Contractionselemente innen (daher Zähne in feuchtem Zustand spreizend, in trocknem Zustand zusammenneigend) 19

b) Achse der Imbibitionskrümmung parallel der Längsachse der Frucht 21

Anhang, behandelnd einige mit Längsspalten aufspringende Früchte, deren Zähne oder Klappen keine, oder nur sehr geringe, hinsichtlich ihrer Richtung zuweilen schwankende, Imbibitionskrümmungen aufweisen 25

B. Mit einem Querriss aufspringende Früchte (Deckelfrüchte) 28

a) Deckel anders gebaut als der zurückbleibende Theil der Frucht

α) Die in der Gegend der Trennungslinie liegenden derbwandigen Zellen tangential senkrecht zu jener gestreckt 28

β) Die im Bereich der Trennungslinie liegenden derbwandigen Zellen niemals tangential senkrecht zu jener gestreckt, meist isodiametrisch 29

γ) Die im Bereich der Trennungslinie liegenden derbwandigen Zellen theilweise tangential senkrecht zu jener gestreckt (unterste Schicht), theilweise radial gestreckt oder isodiametrisch (oberste Schicht) 30

b) Deckel ebenso gebaut als der zurückbleibende Theil der Frucht. Die im Bereich der Trennungslinie liegenden derbwandigen Zellen in der Richtung jener gestreckt 30

C. Nicht aufspringende oder unregelmässig zerreissende Früchte 31

Ergebnisse für die Systematik 33

Ergebnisse für die Biologie 46

Thesen.

I.

Die Edelkastanie und die Rosskastanie sind in Europa einheimisch.

II.

Form und Orientierung der assimilierenden Palissadenzellen werden von den Bauprincipien der Oberflächenvergrösserung und der Stoffableitung auf möglichst kurzem Wege beherrscht.

III.

Die *Sphenophyllaceen* zeigen verwandtschaftliche Beziehungen zu den *Calamariaceen* und *Salviniaceen.*